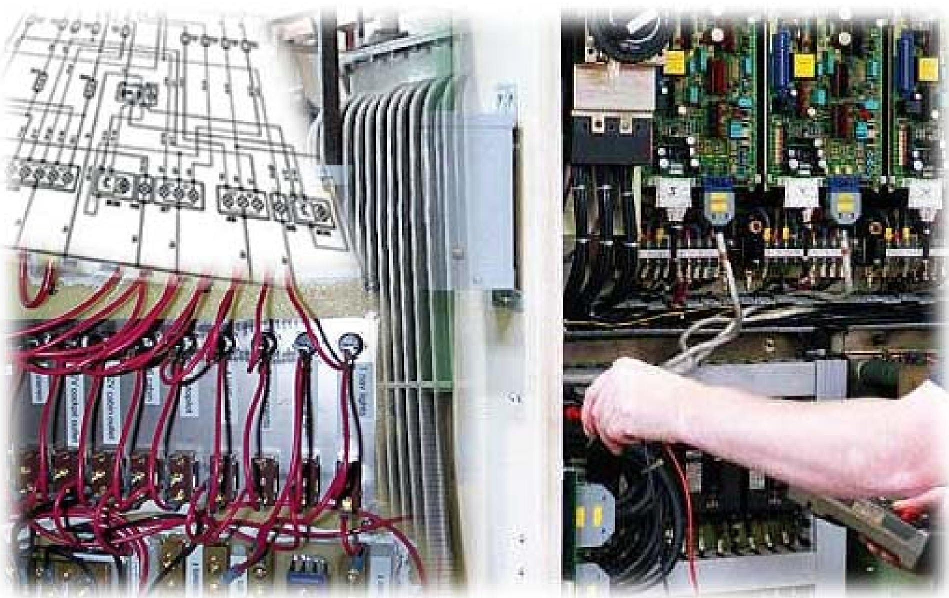
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

الكهرباء

مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية

الصف الثالث



نسخة أولية 1426هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتنأول هذه الحقيبة التدريبية " مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية " لمتدربي قسم" الكهرباء " للمعاهد الفنية الصناعية موضوعات حيوية تتنأول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

المملكة العربية السعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية

الحث الكهربائي

الحث الكهربائي

1

الوحدة الأولى : الحث الكهربائي

الجدارة : أن يتمكن المتدرب من الإلمام بالحث وأنواعه .

الأهداف :

1) أن يتعرف المتدرب على حث السكون .
2) أن يتعرف المتدرب على حث الحركة .
3) أن يتعرف المتدرب على الحث الذاتي .

مستوى الأداء المطلوب : وصول المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 85٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 3 ساعات

الوسائل المساعدة :

الرسومات التوضيحية

متطلبات الجدارة :

مجموعة من التجارب المستخدمة في المختبرات الموجودة بالقسم العملي .

الحث الكهربائي

إن ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي من الظواهر الهامة جدا في مجال الهندسة الكهربائية وذلك لاعتماد العديد من مبادئ عمل الكثير من المعدات الكهربائية مثل (المحولات الكهربائية – آلات التيار المتردد) على هذه الظاهرة .

ولفهم هذه الظاهرة علينا معرفة ما يلي :

1) المقصود بالحث الكهرومغناطيسي
2) أنواع الحث الكهرومغناطيسي
3) استخدامات الحث الكهرومغناطيسي

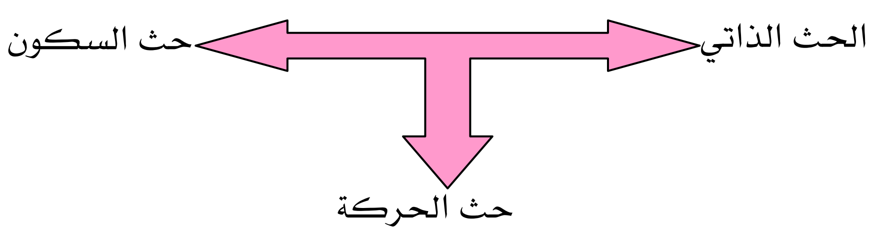
المقصود بالحث الكهرومغناطيسي

هو تكون منطقة من المجال الكهرومغناطيسي تنشأ بسبب تغير الفيض المغناطيسي لتسبب تولد قوة دافعة كهربائية (ق . د . ك) حثية على أطراف موصل ينتج عنها مرور تيار حثي بالموصل وينتج هذا التغير في الفيض من أحد الأسباب التالية:

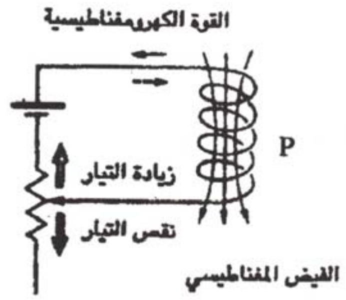
أ- تغير التيار المار عبر ملفين (ليسبب حث السكون) .
ب- تغير التيار المار عبر ملف (ليسبب حثا ذاتيا) .
ت- تغيير حركة موصل داخل المجال أو حركة مغناطيس بداخل ملف (ليسبب حث الحركة) .

أنواع الحث الكهرومغناطيسي

ينقسم الحث الكهرومغناطيسي لثلاثة أنواع تختلف باختلاف عدد الملفات ،وحركة الموصل ،وتغير التيار ،هذه الأنواع هي :



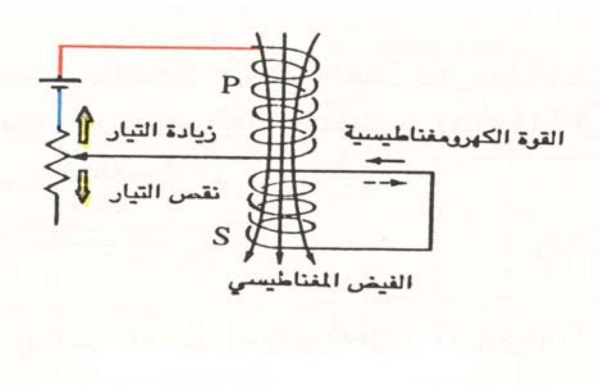
الحث الذاتي:



شكل (1-1)

ينشأ الحث الذاتي بسبب تغير التيار المار في ملف بتغيير القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة على الملف فيولد التيار فيضا مغناطيسيا متغيرا يقطع الملف المار فيه فيسبب تولد قوة كهرومغناطيسية عكسية في الملف تمنع تغير الفيض المغناطيسي كما بالشكل (1- 1).

حث السكون:



شكل (1- 2)

كما بالشكل (1- 2) ينتج حث السكون بسبب تغير التيار المار في الملف p فيتغير الفيض المغناطيسي الذي يعبر من الملف p إلى الملف s القريب من الملف p لتنشأ قوة دافعة كهربائية في الملف s .

أي إن تغير التيار المار في أحد الملفات يؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربائية في الملف الآخر بسبب ظاهرة الحث المتبادل (حث السكون) .

يسمى الملف p بالملف الابتدائي وهو الملف الذي يتغير فيه التيار

يسمى الملف s بالملف الثانوي وهو الملف الذي تولدت به القوة الدافعة الكهربائية بسبب الحث المتبادل

وعند تغير التيار المار بالملف الابتدائي p بمقدار (**dI**) خلال فترة زمنية قدرها (**dT**) يتغير الفيض المغناطيسي الذي يعبر الملف الثانوي s بمقدار (**dΦ**) .

ويمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية بالعلاقة.

$$e_2 = N_2 \, (d\Phi / dI)$$

ونظرا لأن القوة الدافعة الكهربائية الناشئة على الملف s عكسية فإنه يمكن كتابة العلاقة كالتإلى

$$e_2 = - N_2 \, (d\Phi / dI)$$

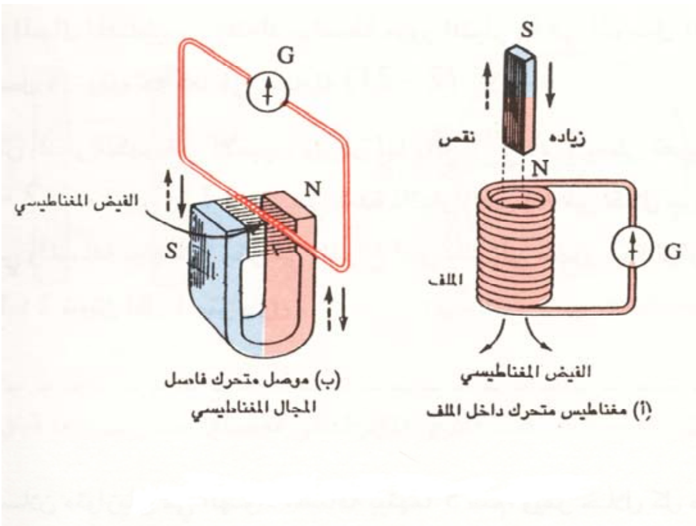
وحيث إن الفيض المغناطيسي ($N_2 \cdot d\Phi$) يتناسب مع التيار (**dI**) فإنه يستنتج أن:

$$e_2 = - N_2 \, (d\Phi / dT)$$

$$e_2 = - L \, (dI / dT)$$

حيث L ثابت التناسب ويسمى معامل الحث المتبادل ووحدة قياسه (الهنري).

حث الحركة :

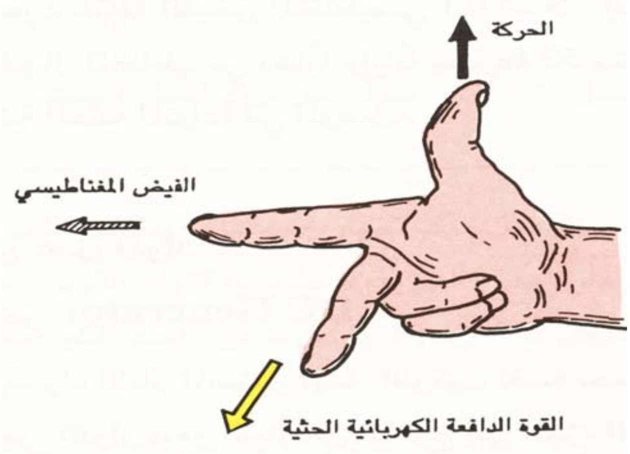


شكل (1– 3)

تعتمد ظاهرة حث الحركة على تحريك موصل داخل مجال مغناطيسي أو تحريك مغناطيس داخل وخارج ملف مما يسبب تولد قوة دافعة كهربائية على أطراف الملف كما بالشكل (1– 3– أ) ، (1– 3– ب).

فعند حركة الملف بداخل مجال مغناطيسي يتأرجح الجلفإنوميتر مما يدل على مرور تيار ،وهذه الظاهرة سببها أن عدد خطوط الفيض المغناطيسي الذي يمر خلال الملف يتغير مع الزمن .

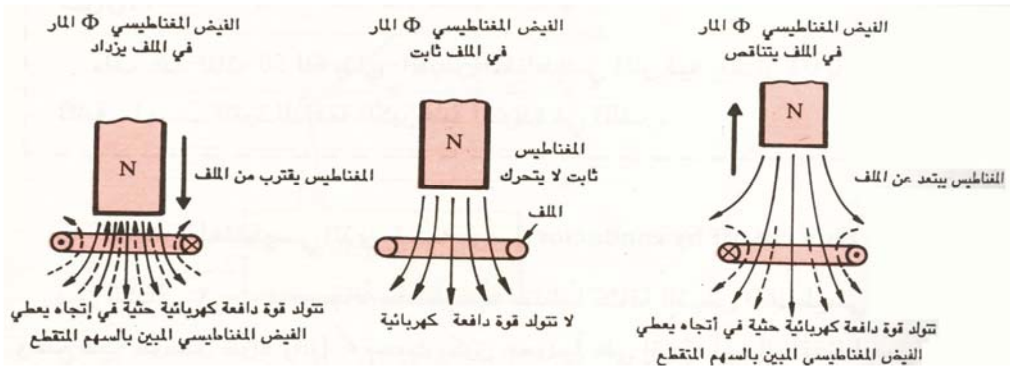
قاعدة فلمنج لليد إلىمنى



شكل (1- 4)

يبين الشكل (1- 4) قاعدة فليمنج لليد إلىمنى لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية فإذا كان إصبع السبابة يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي وكان الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة فإن إصبع الوسطى يشير لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث تكون كل الأصابع عمودية على بعضها.

قانون لينز



شكل (1- 5)

إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تعكس اتجاهها عندما يتحول التغير الحادث في الفيض المغناطيسي من الازدياد للنقصان.

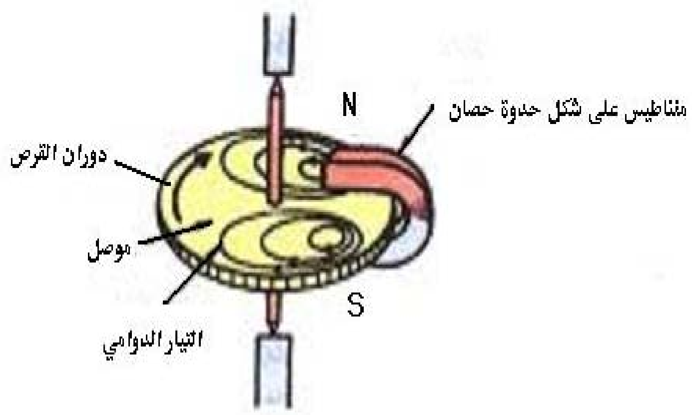
أي إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تكون في اتجاه بحيث تمنع تغير الفيض المغناطيسي الأصلي بواسطة الفيض المغناطيسي المتولد نتيجة مرور القوة الدافعة الكهربائية الحثية وهذا هو قانون لينز .

$$e_2 = -N_2 \, (d\Phi / dT)$$

استخدامات الحث الكهرومغناطيسي

يستخدم الحث الكهرومغناطيسي في العديد من التطبيقات الكهربية كالمحول وآلة التيار المتردد ومن بين التطبيقات المستخدم فيها الحث الكهرومغناطيسي كبح (فرملة) سرعة قرص العداد الكهربي وسوف نتناول هذا التطبيق فيما يلي .

الفرملة باستخدام التيار الدوامي



شكل (1 – 6)

يبين شكل (1 – 6) أن دوران موصل على شكل قرص في مجال مغناطيسي يؤدي إلى توليد التيار الدوامي وتقوم القوة الكهرومغناطيسية الناشئة من المجال المغناطيسي بتثبيت وإعاقة حركة دوران القرص وتنتشر هذه الطريقة في الواتميتر.

كما يمكن استخدام التيار الدوامي في الأفران الكهربية التي تعتمد على التسخين عن طريق حث التردد العالي.

أسئلة نهاية الوحدة الأولى

1- ما المقصود بالحث الكهرومغناطيسي؟
2- كيف ينشأ الحث الذاتي؟
3- اشرح مع الرسم حث السكون
4- وضح قانون لنز
5- كيف يتم تحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية؟
6- اذكر استخدامات الحث الكهرومغناطيسي

ملحوظات

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية

المحولات الكهربائية

المحولات الكهربائية

2

الوحدة الثانية : المحولات الكهربائية

الجدارة : أن يتمكن المتدرب من الإلمام بالمحولات الكهربائية وأنواعها .

الأهداف :

1) أن يتعرف المتدرب على المحول الكهربائي أحادي الوجه وأهم سماته .
2) أن يتعرف المتدرب على المحول الكهربائي ثلاثي الوجه وأهم سماته .
3) أن يتعرف المتدرب على المحول الذاتي وأهم سماته .
4) أن يتعرف المتدرب على محولات القياس وأنواعها وأهم سماتها .

مستوى الأداء المطلوب : وصول المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 85٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 5 ساعات

الوسائل المساعدة :

الرسومات التوضيحية

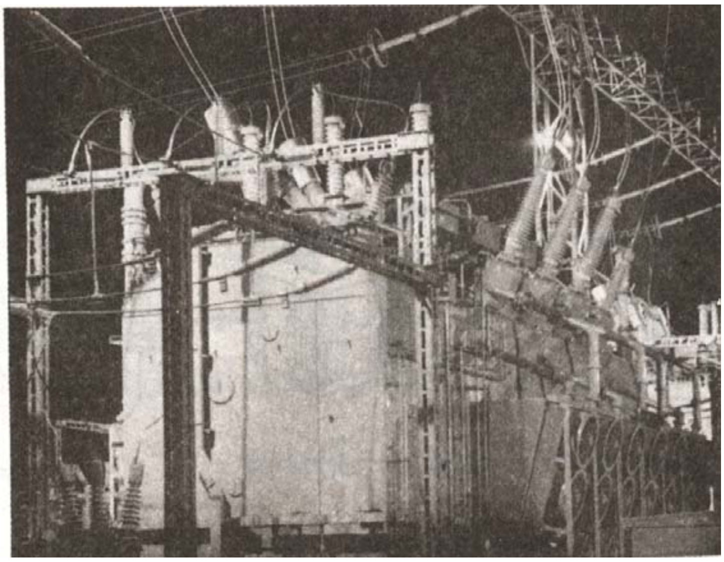
متطلبات الجدارة :

مجموعة من التجارب المستخدمة في المختبرات الموجودة بالقسم العملي .

مقدمة

المحول الكهربي عبارة عن آلة كهربائية أستاتيكية تستخدم لتغيير مستوى الجهد بالرفع أو الخفض ويتم ذلك بواسطة الحث الكهرومغناطيسي (الحث المتبادل بين ملفين)،وبالتإلى يعتبر المحول الكهربي من المعدات الأساسية المستخدمة في منظومة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية .

بالإضافة لذلك فإن المحولات الكهربائية صغيرة القدرة تستخدم في كثير من الأجهزة الكهربائية مثل أجهزة الاتصال والقياس والتحكم.



شكل (2– 1)

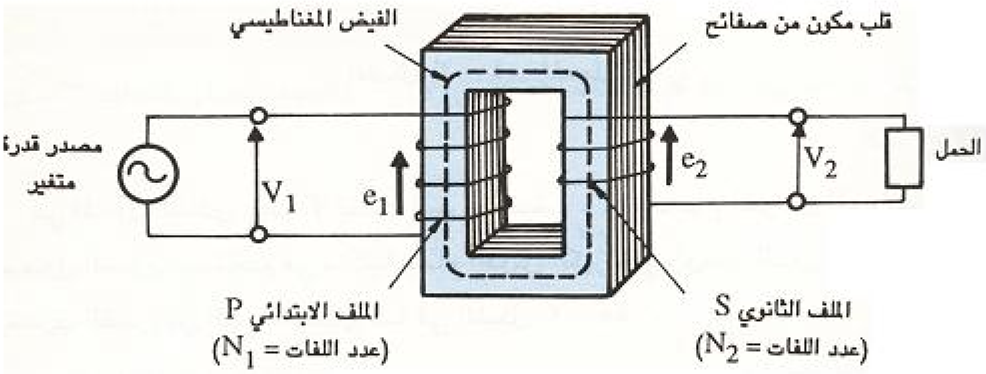
المحول الكهربي

وسوف يتم استعراض أنواع وتركيب وفكرة عمل واستخدامات المحول الكهربي خلال هذا الوحدة وإنه لمن الجدير بالذكر هنا أن لفهم المحول الكهربي علىك عزيزي المتدرب استيعاب الوحدة الأولى والخاصة بالحث الكهرومغناطيسي .

ومن الأنواع التي سنتحدث عنها عن المحولات الكهربائية

1) المحول أحادي الوجه وأهم سماته من حيث (تركيبه – فكرة عمله – استخداماته).
2) المحول الثلاثي الأوجه وأهم سماته من حيث (تركيبه – فكرة عمله – استخداماته) .
3) المحول الذاتي وأهم سماته من حيث (تركيبه – فكرة عمله – استخداماته) .
4) محولات القياس بأنواعها وأهم سماتها من حيث (نظرية عملها – استخداماتها) .

أولا : المحول أحادي الوجه



شكل (2-2)

تركيب محول أحادي الوجه

يبين شكل (2 -2) تركيب المحول أحادي الوجه والذي يتكون من:

ملف ابتدائي

وهو عبارة عن ملف من النحاس ملفوف حول إحدى سيقان القلب الحديدي للمحول بعدد لفات N_1 ويتصل الملف الابتدائي بمصدر الجهد دائما وأبدا .

ملف ثانوي

وهو عبارة عن ملف من النحاس ملفوف حول إحدى سيقان القلب الحديدي للمحول بعدد لفات N_2 ويتصل الملف الثانوي بالحمل دائما وأبدا .

ولا يوجد أي اتصال كهربي بين الملف الابتدائي والثانوي ولكن الاتصال بينهما يكون من خلال دائرة مغناطيسية يمثلها القلب الحديدي .

القلب الحديدي

ويصنع من شرائح من الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها البعض بالورنيش لتلاشي التيارات الدوامية وتجمع هذه الشرائح مع بعضها لتكُون القلب الحديدي للمحول والذي يستخدم لتثبيت الملف الابتدائي والثانوي ،وكذلك تكملة الدائرة المغناطيسية بين الملفين وللقلب الحديدي أشكال متنوعة .

ملحوظة هامة

يتوقف عدد لفات الملف الابتدائي N_1 وعدد لفات الملف الثانوي N_2 على طبيعة استخدام المحول فإذا كان المحول يستخدم لرفع الجهد من المصدر للحمل فإن $N_2 > N_1$.

وإذا كان المحول يستخدم لخفض الجهد من المصدر للحمل فإن $N_1 > N_2$.

نظرية عمل المحول أحادي الوجه

تعتمد فكرة عمل المحول على ظاهرة التأثير المتبادل بين ملفين فعند مرور التيار من المصدر بالملف الابتدائي فإنه يولد قوة دافعة مغناطيسية mmf_1 تسبب وجود فيض مغناطيسي ϕ_1 ينتقل هذا الفيض عبر الدائرة المغناطيسية (القلب الحديدي) ليقطع الملف الثانوي فيستحث على أطرافه جهداً حثيا وبتوصيل الملف الثانوي بالحمل يمر تيار فيولد قوة دافعة مغناطيسية mmf_2 لينشأ فيض مغناطيسي آخر ϕ_2 يربط بين الملف الثانوي والابتدائي .

ومن الجدير بالذكر أنه يمكن التحكم في تغيير جهد المحول بالتحكم في عدد لفات الملف الابتدائي و الثانوي .

حساب نسبة تحويل المحول

تعتبر نسبة تحويل المحول المبين الرئيس لحالة المحول سواء كان رافعاً أو خافضا ويمكن فهم نسبة التحويل للمحول على النحو التالي:

$U_1 = 4.44\, f\, N_1\, \phi_1$ جهد الملف الابتدائي

$U_2 = 4.44\, f\, N_2\, \phi_2$ جهد الملف الثانوي

If $N_1 > N_2$ فإن المحول يكون خافضا

If $N_1 < N_2$ فإن المحول يكون رافعا

من أهم مواصفات المحولات الكهربائية

القوة الدافعة الكهربائية للملف الابتدائي = القوة الدافعة الكهربائية للملف الثانوي

$$U_1 . I_1 = U_2 . I_2$$

$$\therefore U_1 / U_2 = I_2 / I_1 \qquad 1$$

القوة الدافعة المغناطيسية للملف الابتدائي = القوة الدافعة المغناطيسية للملف الثانوي

$$N_1 . I_1 = N_2 . I_2$$

$$\therefore N_1 / N_2 = I_2 / I_1 \qquad 2$$

من المعادلة 1 والمعادلة 2 نستنتج أن

$$\therefore U_1 / U_2 = N_1 / N_2 = I_2 / I_1 = \alpha$$

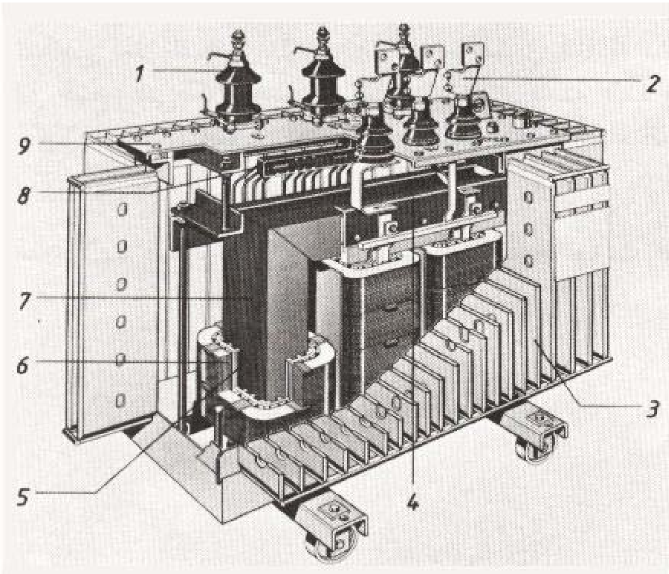
حيث α هي نسبة تحويل المحول

الاستخدامات

يستخدم المحول الكهربي في العديد من التطبيقات منها:

1) أجهزة التلفاز والراديو
2) أجهزة التحكم

ثانيا : المحولات الثلاثية الأوجه



شكل (2-3)

تركيب المحول الثلاثي الأوجه

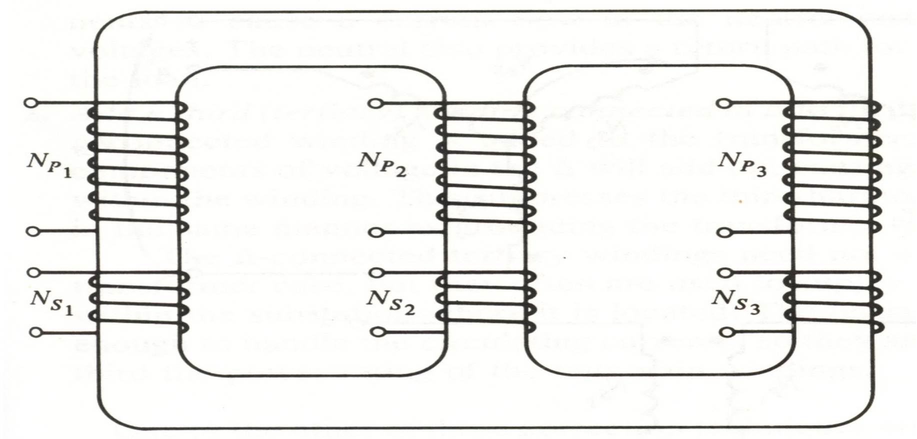
كما بالشكل (2-3) فإن المحول الثلاثي الأوجه يتركب من:

1	عازل الجهد العالي	6	ملف الجهد المنخفض
2	طرف الجهد المنخفض	7	قلب المحول
3	زعانف تبريد	8	طرف ملفات الجهد العالي
4	طرف ملفات الجهد المنخفض	9	غطاء المحول
5	ملف الجهد العالي		

نظرية عمل المحول ثلاثي الأوجه

لا تختلف نظرية عمل المحول الثلاثي الأوجه كثيرا عن المحول ذي الوجه الواحد إلا أن المحول الثلاثي الأوجه عبارة عن ثلاث محولات وجه واحد مثبت كل محول على إحدى أذرع القلب الحديدي للمحول الثلاثي الأوجه متصل ملفاتها الابتدائية والثانوية معا على إحدى الصور التالية.

1) توصيلة نجمة نجمة
2) توصيلة نجمة دلتا
3) توصيلة دلتا دلتا
4) توصيلة دلتا نجمة

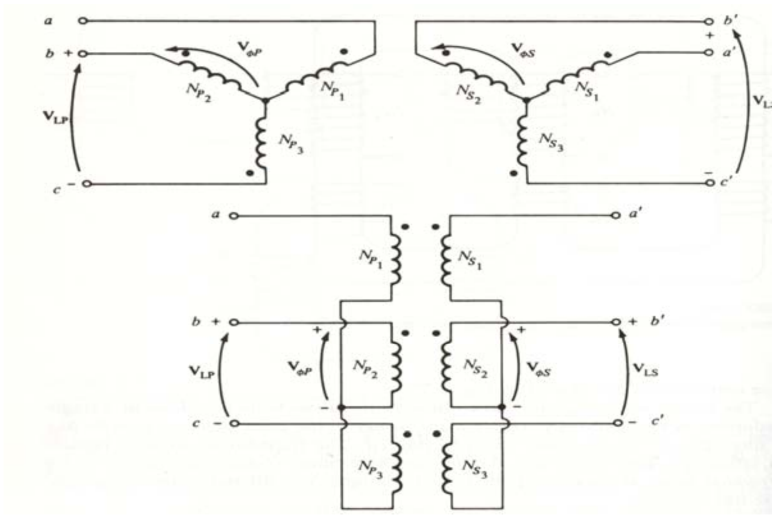


شكل (2-4)

الملفات الابتدائية والثانوية بالمحول الثلاثي الأوجه

وفيما يلي سيتم استعراض أشكال توصيل الملفات الابتدائية والثانوية للمحول الثلاثي الأوجه

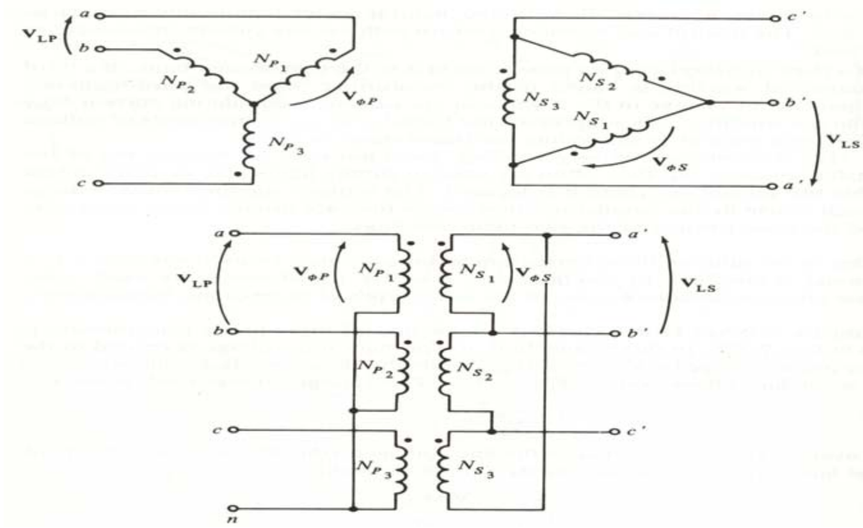
1) توصيلة النجمة / نجمة (Y / Y)



شكل (2- 5)

يستخدم هذا النوع من التوصيل مع المحولات الصغيراً ذات الجهد العإلى حتى يكون عدد اللفات والجهد على كل وجه صغير مما يوفر في وزن النحاس وكمية العزل وبالتإلى في سعر المحول .

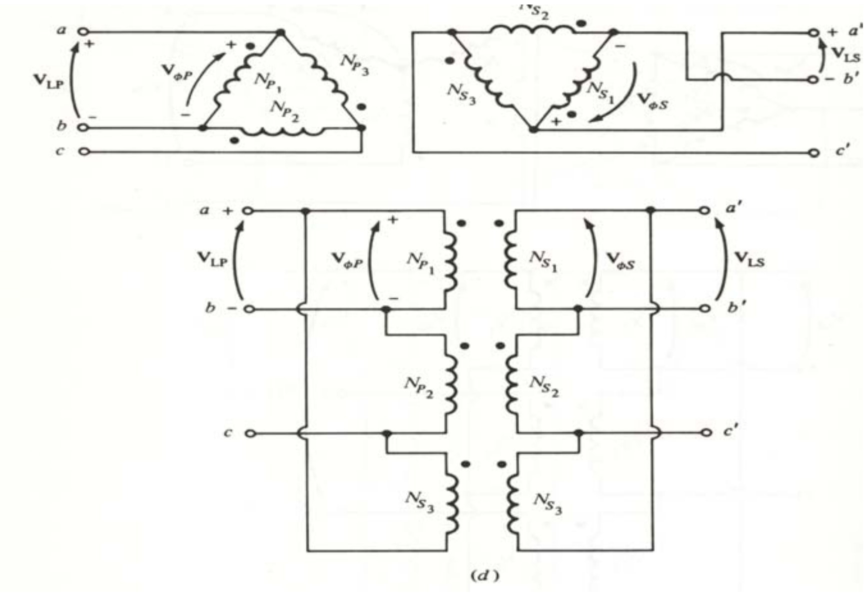
2) توصيلة نجمة / دلتا (Y / Δ)



شكل (2-6)

تستخدم هذه التوصيلة مع محولات القدرة ،ووجود نقطة تعادل بوجود النجمة يجعل من التوصيلة إمكانية استخدامها في بعض أغراض التحميل ،ووجود وصلة الدلتا يعطي مسارا للتوافقيات ،وتوصيل النجمة ناحية الجهد العإلى يوفر الناحية الاقتصادية بالمحول .

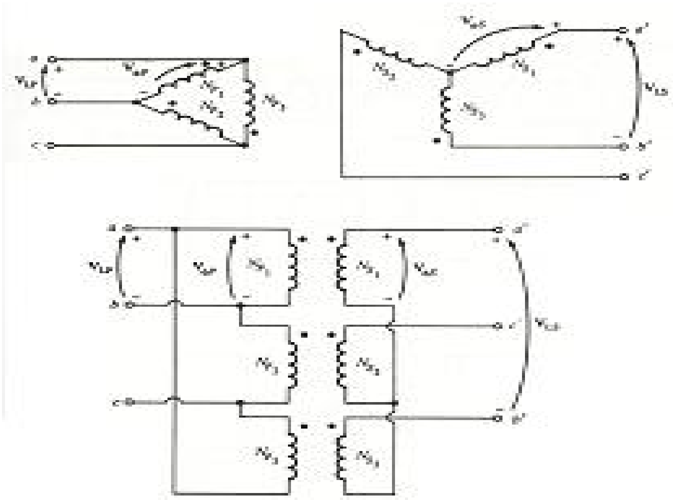
3) توصيلة دلتا / دلتا (Δ / Δ)



شكل (2-7)

تستخدم هذه التوصيلة في المحولات الكبيرة ذات الجهد المنخفض حيث يزداد فيها عدد اللفات لكل وجه وهذا النوع من التوصيل يمكن استخدامه عند التشغيل بدلتا مفتوحة .

4) توصيلة دلتا / نجمة (Δ / Y)



شكل (2-8)

تستخدم هذه التوصيلة عند مراكز الأحمال في محطات توزيع الجهد عند نهايات خطوط النقل الكهربي

أهم مواصفات توصيلة (النجمة Y)

1) يكون بين جهد كل وجه والآخر زاوية قدرها 120° كهربياً في الدخل والخرج.
2) يمكن الحصول من خلالها على جهدين (جهد خط = جهد الوجه) حيث إن
   جهد الخط = $\sqrt{3}$. جهد الوجه.
3) تيار الخط = تيار الوجه
4) تستخدم هذه التوصيلة بمحولات محطات الخفض عند نهاية مرحلة النقل وبداية مرحلة التوزيع للمستهلكين لإمكانية الحصول منها على جهدين.
5) تقل كمية عزل الملفات في توصيلة النجمة وذلك لوقوع الملفات تحت تأثير جهد وجه ووجود علاقة طردية بين كمية العزل ومقدار الجهد المسلط على الملفات.
6) تقل تكلفة المحولات المتصلة (نجمة / نجمة) عن تلك المستخدمة توصيلة الدلتا.

أهم مواصفات توصيلة (الدلتا Δ)

1) تستخدم توصيلة الدلتا في حالة الحاجة إلى تيارات كبيرة وجهود صغيرة.
2) من مواصفات توصيلة الدلتا أن جهد الخط = جهد الوجه.

3) في توصيلة الدلتا يكون تيار الخط = $\sqrt{3}$. تيار الوجه.

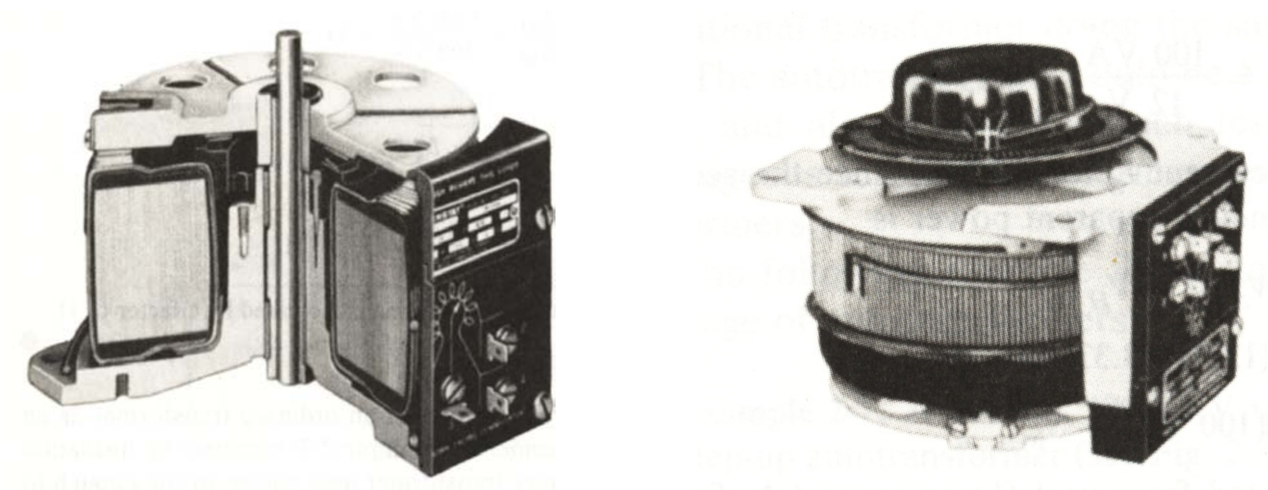
4) تستخدم توصيلة الدلتا في الملفات الابتدائية بمحطات الرفع عند محطات التوليد.

الاستخدامات:

1) تستخدم المحولات الثلاثية الأوجه في محطات الرفع عند محطات التوليد بهدف النقل .

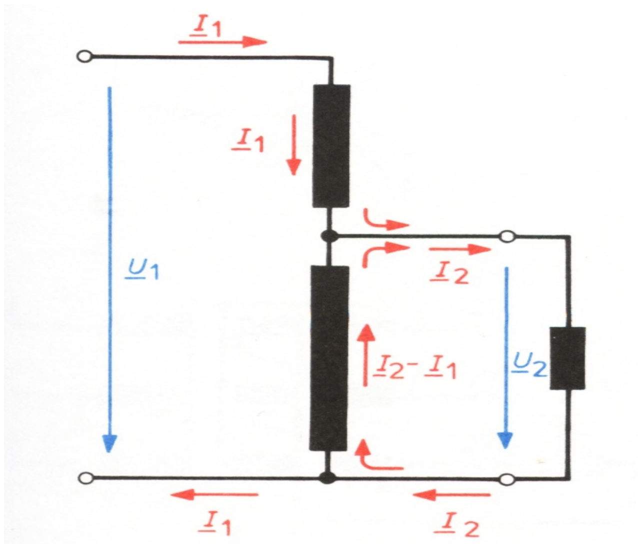
2) تستخدم المحولات الثلاثية الأوجه في محطات الخفض عند نهاية خطوط النقل بهدف التوزيع .

ثالثا : المحول الذاتي



شكل (2-8)

يبين الشكل السابق المحول الذاتي بلأضافة لوجود قطاع لتوضيح تركيبه الداخلي ويمكن فهم دائرته الكهربائية فيما يلي .



شكل (2-9)

تركيبه :

يتركب المحول الذاتي من ملف واحد يكون مشتركاً بين دائرة الدخل (الابتدائي) والخرج (الثانوي)

نظرية العمل :

لا يمكن اعتبار المحول الذاتي كمجزئ جهد بل هو محول حقيقي تسري عليه كل القوانين التي اشتقت في المحول أحادي الوجه وأهمها نسبة تحويل المحول وهو

$$U1 / U2 = N1 / N2 = I2 / I1 = \alpha$$

معادلة جهد الدخل والخرج

$U_1 = 4.44\ f\ .\ \phi_1\ .\ N_1$ ---------- جهد الدخل

$U_2 = 4.44\ f\ .\ \phi_2\ .\ N_2$ ---------- جهد الخرج

استخداماته :

يستخدم المحول الذاتي في العديد من التطبيقات الكهربائية منها على سبيل المثال لا الحصر:

1) عند بدء تشغيل المحركات أحادية الوجه .
2) في محركات الجر للقطارات بالسكك الحديدية .
3) في المحركات الثلاثية الأوجه للتحكم في دخله المراد رفعه أو خفضه .
4) في شبكات الجهود القصوى 220/380 KV .
5) وتستخدم المحولات الذاتية لمواءمة الجهد بالمعامل والمختبرات .

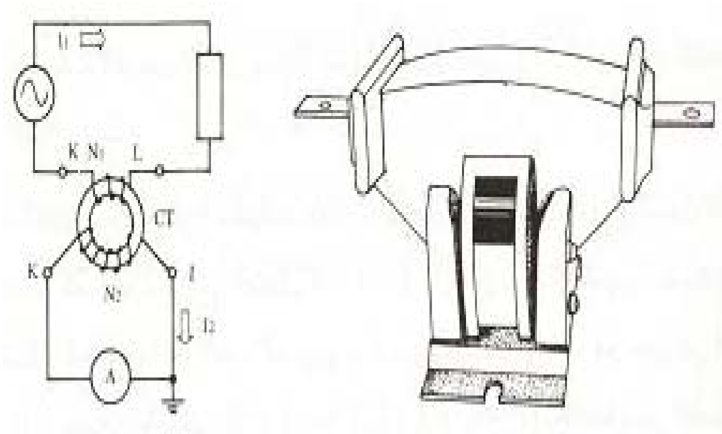
رابعا : محولات القياس

تنقسم محولات القياس لنوعين هما :

1) محولات الجهد
2) محولات التيار

وسوف نستعرض كل نوع منهما بالشرح من حيث (تركيبه – نظرية عمله – استخدامه) .

✍ محولات التيار :



شكل (2-10)

يبين الشكل (2-10) تركيب محولات التيار بأجهزة قياس التيار والذي يتكون من:

التركيب :

1) ملف ابتدائي يتصل بالتوالي مع الخط المراد قياس تياره وفيه يكون الملف الابتدائي مكوناً من لفة واحدة أو أكثر ومن سلك ذاي قطر كبير .

2) ملف ثانوي يحتوي على عدد كبير من اللفات ذات سلك قطره صغير ويتصل بجهاز القياس .

3) قلب حديدي من النوع الملفوف .

نظرية العمل :

بتوصيل الملف الابتدائي بالتوالي مع الخط المراد حساب تياره I_1 وقياس تيار الملف الثانوي بجهاز القياس I_2 فيمكن حساب I_1 بالعلاقة

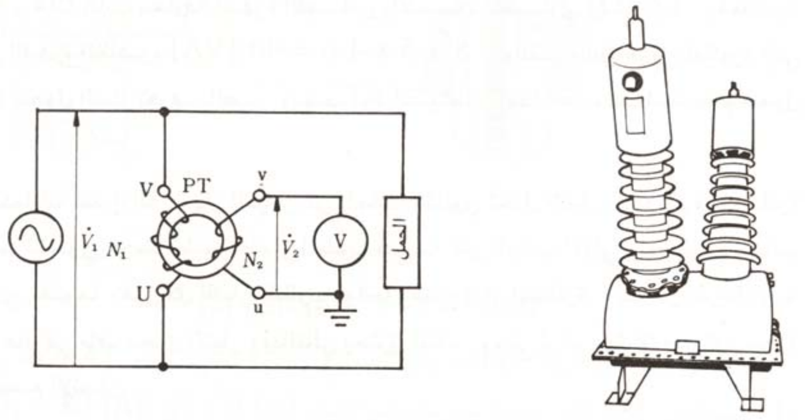
$$I1 = (N2 / N1) \cdot I_2$$

ونظرا لأن مقأومة جهاز القياس صغيرة فإن محول التيار يعتبر مقصورا من ناحية الملف الثانوي ولذلك إذا كان الملف الابتدائي موصلاً بالدائرة ولأي سبب من الأسباب فصل جهاز قياس التيار من دائرة الثانوي فيجب قصر دائرة الثانوي لتجنب الارتفاع المفاجئ والغير الطبيعي للمجال المغناطيسي في القلب الحديدي والذي ينتج بسبب تحول التيار المطلوب قياسه (تيار الخط) لتيار إثارة فيؤدي لارتفاع درجة الحرارة وارتفاع الجهد بين أطراف الثانوي وبالتإلى يحترق الملف ويسبب خطرا على جسم الإنسان .

الاستخدام :

تستخدم محولات التيار مع أجهزة قياس التيار ذات المدى الصغير لقياس التيار في الدوائر ذات الجهد العإلى .

✍ محولات الجهد :



شكل (2-11)

يبين الشكل محول جهد وفيما يلي استعراض أهم سماته:

التركيب :

1) ملف ابتدائي يتصل بالمصدر المراد قياس جهده على التوازي وله عدد لفات N_1 .

2) ملف ثانوي يتصل بجهاز القياس وله عدد لفات N_2 .

3) قلب حديدي يثبت عليه الملف الابتدائي والثانوي .

ويمكن حساب الجهد المقاس من العلاقة التالية:

$$U_1 = (N_1 / N_2)\, U_2$$

نظرية عمله :

تعتمد فكرة عمل محول الجهد كأي محول على توليد فيض مغناطيسي بالملف الابتدائي يقطع الملف الثانوي مولدا فيه فيضاً آخر ،وبتوصيل جهاز القياس يغلق دائرة الملف الثانوي فيتحرك مؤشر الجهاز ومن خلال العلاقة السابقة يمكن حساب قيمة جهد المصدر .

الاستخدام :

تستخدم محولات الجهد لخفض جهد المصدر للتمكن من قياسه، وهي لا تختلف كثيراً عن محولات القدرة من حيث نظرية الأداء ولكنها ذات قدرة صغيرة .

أسئلة نهاية الوحدة الثانية

1- عرف المحول الكهربائي
2- اذكر أنواع المحولات الكهربائية
3- وضح مع الرسم نظرية عمل المحول أحادي الوجه
4- اذكر طرق توصيل المحول ثلاثي الأوجه
5- اذكر تركيب و نظرية عمل المحول الذاتي و فيم يستخدم
6- ماهي أنواع محولات أجهزة القياس؟

ملحوظات

المملكة العربية السعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية

آلات التيار المستمر

آلات التيار المستمر

3

الوحدة الثالثة : الآت التيار المستمر

الجدارة : أن يتمكن المتدرب من الإلمام بآلات التيار المستمر .

الأهداف :

1) أن يتعرف المتدرب على تركيب آلة التيار المستمر .
2) أن يتعرف المتدرب على أنواع آلات التيار المستمر .
3) أن يتعرف المتدرب على نظرية عمل آلات التيار المستمر .
4) أن يتعرف المتدرب على خواص كل آلة من آلات التيار المستمر.

مستوى الأداء المطلوب : وصول المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 7 ساعات

الوسائل المساعدة:

1- جهاز العرض العلوي لعرض بعض الصور التوضيحية لآلات التيار المستمر.
2- بعض أجزاء آلات التيار المستمر من العملي كوسيلة تعلىمية.

متطلبات الجدارة:

يجب معرفة تركيب و نظرية عمل و خواص آلات التيار المستمر

مقدمة :

تهدف هذا الوحدة إلى دراسة آلات التيار المستمر بصفة عامة ثم مولدات التيار المستمر و كذلك محركات التيار المستمر بصفة خاصة.

و تعتبر آلة التيار المستمر من وجهة النظر التاريخية أقدم جهاز كهروميكانيكي لتحويل الطاقة و الذي بشر بفجر جديد في التطور الكهربائي و كانت سلسلة التجارب التي أجراها العالم (ميشيل فاراداي) و التي انتهت بتجربة القرص النحاسي هي السبب المباشر لدخول آلة التيار المستمر علم الهندسة الكهربائية لتعتبر أول منبع (مصدر) لأغراض الإنارة.

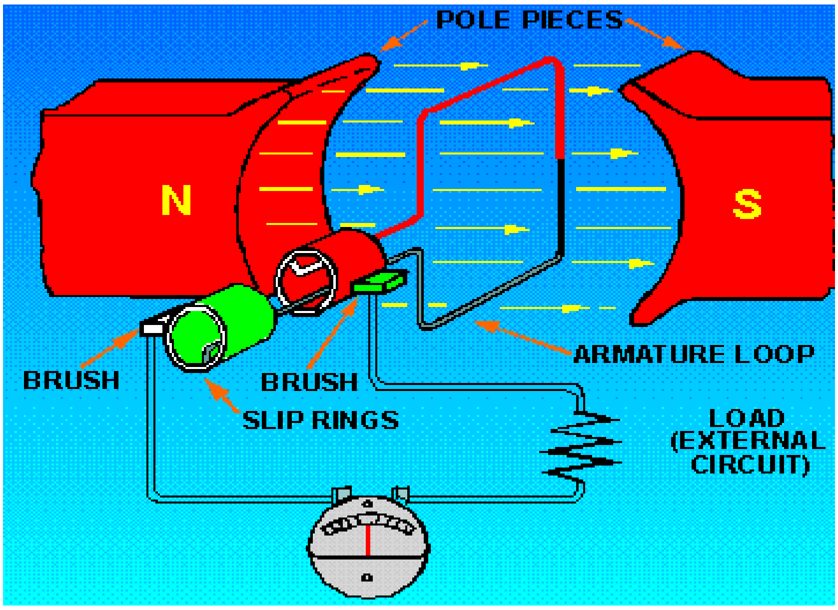
و أهم ما يميز آلة التيار المستمر قدرتها على العمل كمولد (يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية في شكل تيار و جهد مستمر) و كذلك العمل كمحرك (يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في شكل شغل ميكانيكي مفيد).

و لم يحظ مولد التيار المستمر بشهرة واسعة بسبب وفرة التوليد بالتيار المتردد و نظم النقل و التوزيع و التي تعتبر أوفر اقتصاديا و اقتصر عمل مولد التيار المستمر على تغذية الأحمال القريبة منه أما محركات التيار المستمر فقد احتلت مواقع لاغنى عنها بسبب مميزات تغير السرعة و العزم و مدى السرعة الواسع و أسلوب التحكم فيها.

آلات التيار المستمر

مبدأ توليد التيار المستمر:

يتم توليد التيار المستمر بواسطة وضع ملف في مجال مغناطيسي ونجد أن اتجاه التيار في الملف الذي يدور بين قطبين مغناطيسيين يتوقف على وضع الملف بالنسبة للأقطاب.



شكل(3- 1)

ومن المعروف أن الملف يكون له جانبان الجانب (a) و الجانب (b) فإذا كان الجانب (a) من الملف تحت القطب الشمإلى و الجانب (b) تحت القطب الجنوبي فإن التيار يكون موجبا (خارج من الملف) في الجانب (a) وسالبا (داخل إلى الملف) في جانب الملف (b).

و إذا تم دوران الملف و أصبح جانب الملف (b) تحت القطب الشمإلى و الجانب (a) تحت القطب الجنوبي يصبح التيار في الجانب (b) موجبا وفي الجانب (a) سالبا ، وللحصول على تيار مستمر موحد الاتجاه من هذه الطريقة فإنه تستبدل حلقتا الانزلاق بعضو التوحيد وذلك لتوحيد التيار المتردد الخارج وتحويله إلى تيار مستمر و موحد الاتجاه.

ملحوظة:

من المعروف أن آلة التيار المستمر تعمل كمولد أو كمحرك ولذلك فإن تركيب المولد أو المحرك واحد (متشابه) في آلات التيار المستمر وسوف نتحدث عن التركيب فيما يلي:

تركيب آلة التيار المستمر :

تتركب آلة التيار المستمر من الأجزاء الأساسية الآتية:

أولا : العضو الثابت (عضو التنبية):

يتكون العضو الثابت من :

أ- الهيكل الخارجي:

يصنع من الصلب المسبوك لكبر معامل النفاذيه المغناطيسية مما يجعل حجم الهيكل صغيراً عما إذا كان من الحديد الزهر كما أنه يمتاز بخواصه الميكانيكية و فائدة الهيكل هي:

1- حمل الأقطاب المغناطيسية التي تثبت به بواسطة مسامير ربط أو عن طريق وصلة غنفارية (التعشيق).
2- تكملة الدائرة المغناطيسية للأقطاب.

ب- الأقطاب المغناطيسية:

وهي عبارة عن أقطاب مغناطيسية كهربائية تتركب من شرائح (رقائق) من الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية و التعويق المغناطيسي الناشئ عن تيار المنتج ثم تربط مع بعضها ثم تنتهي بحذاء القطب لتسهيل مرور و انتظام المجال المغناطيسي خلال الثغرة الهوائية ثم تلف حول القلب الحديدي ملفات الأقطاب و هي على شكل بكرة تلف علىها ملفات نحاسية معزولة عزلا جيدا ثم تتصل هذه الملفات مع بعضها على التوإلى بحيث تعطي مجالا مغناطيسيا متعاقبا أي شماليا ثم جنوبيا.....وهكذا



شكل(3- 2)

ثانيا العضو الدائر (عضو الاستنتاج):

ويصنع هذا العضو من رقائق من الصلب المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية وتشكل على محيطها الخارجي مجار لوضع الموصلات النحاسية بعد عزلها و يتولد التيار الكهربائي بالموصلات نتيجة حركة هذا العضو أمام الأقطاب المغناطيسية و يكون التيار الناتج هو تيار متردد.

و كما ذكرنا أن عضو الاستنتاج يدور بين الأقطاب لذلك يتطلب دورانه بصورة دقيقة جدا الأمر الذي يستدعي موازنته و ضبط الثغرة الهوائية بينه و بين العضو الثابت بعناية فائقة.



شكل(3- 3)

ثالثا: عضو التوحيد(المجمع):

ويتكون عضو التوحيد من أسطوانة من قطع نحاسية معزولة عن بعضها بمادة مثل الميكانيت و يكون عدد هذه القطع مسأويا لعدد ملفات المنتج و تتصل هذه القطاعات مع أطراف ملفات المنتج و فائدة عضو التوحيد هو توحيد التيار المتردد أي تحويله إلى تيار مستمر.



شكل(3- 4)

رابعا: الفرش الكربونية و حاملاتها:

وتصنع من الكربون المضغوط أو النحاس الأحمر وتثبت على عضو التوحيد بواسطة بيت الفرشة المثبت على حامل الفرش بحيث تكون دائمة الاتصال بعضو التوحيد ولذلك يلزم أن يضغط عليها بواسطة ياي و أن يكون سطح التماس للفرشة متماسا بسطح عضو التوحيد لتجنب الشرارة وفائدة الفرش الكربونية هي توصيل التيار المستنتج إلى الدائرة الخارجية.



شكل(3- 5)

خامسا : الغطاءان الجانبيان :

وهما يثبتان مع الإطار الخارجي بواسطة مسامير و يحملان ثقل المنتج و يحفظانه على أبعاد متسأوية من الأقطاب و يحتوي الغطاءان الجانبيان على الكرسيين اللذين يدور فيهما عمود المنتج وهما قد يكونان كراسي جلب أو كراسي بلي.

سادسا :لوحة الربط (علبة النهايات) :

تجلب النهايات الموصلة إلى الفرش و إلى الملفات المغناطيسية إلى لوحة الربط أي علبة النهايات (الروزتة) وهي مركبة في مكان ظاهر على الهيكل الخارجي.

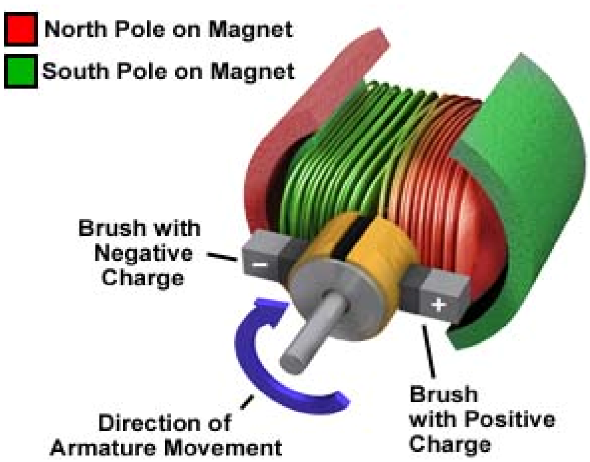
أولا : مولدات التيار المستمر :

تركيب المولد :

يتركب المولد من نفس الأجزاء السابقة.

نظرية عمل المولد :

بنيت نظرية عمل المولد على قانون فاراداي الذي ينص على أنه ((إذا قطع موصل ساحة مغناطيسية فإنه يتولد به قوة دافعة كهر بائية (E.m.f) بالاستنتاج تكون قيمتها أكبر ما يمكن عندما تكون زأوية القطع 90 كهربائية)).



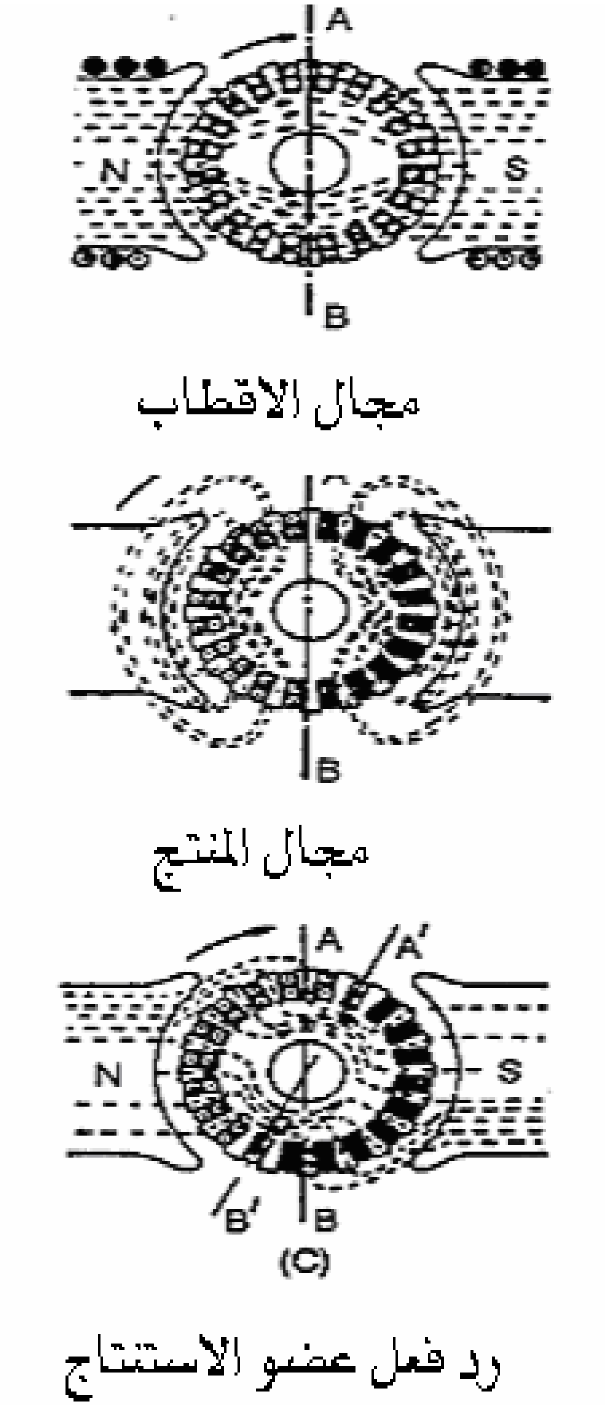
شكل(3- 6)

و الشكل يوضح مولد تيار مستمر بسيط ذا قطبين مغناطيسيين دائمين يتحرك بينهما ملف (عضو الاستنتاج) متصل طرفاه بنصفي أسطوانة نحاسية (عضو التوحيد) ثم يجمع التيار من عضو التوحيد بواسطة فرشتين و بالتإلى إلى الدائرة الخارجية (الحمل).

رد فعل عضو الاستنتاج :

تعريفه :

هو التأثير الناتج عن تولد مجال مغناطيسي ناشئ من مرور تيار بملفات المنتج و هذا المجال يتكون من مركبتين إحداهما متعامدة و الآخرى مضادة لمجال الأقطاب.



شكل(3- 7)

تأثير رد فعل عضو الاستنتاج :

1- يضعف المغناطيسية مما يسبب هبوطا في الضغط.
2- يسبب انحراف المجال الأصلي و تشويه انتظامه.
3- ينشأ عنه متاعب في عملية التوحيد مما يسبب توليد شرارة.
4- يسبب تحريك الفرش من مكانها إلى مستوى الخمود المغناطيسي الجديد بزاوية (α) في اتجاه الدوران في المولدات و عكسه في المحركات.

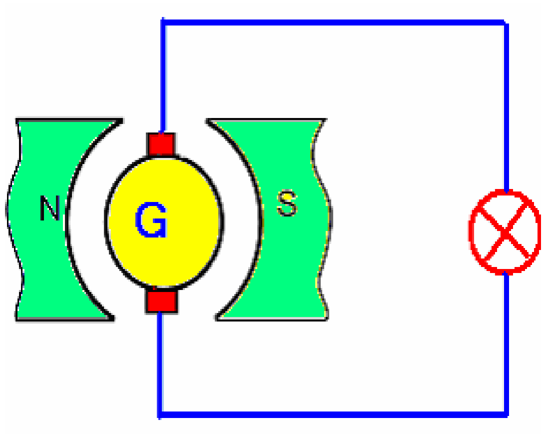
طرق تلافي رد فعل عضو الاستنتاج :

1- استعمال ملفات تعويض توضع في أحذية الأقطاب.
2- عمل أقطاب مساعدة بين كل قطبين و تحسن من عملية التوحيد.
3- عمل مجار في الأقطاب لزيادة المقاومة المغناطيسية.
4- تكبير الثغرة الهوائية وهذا يعني أنه يصبح أمبير لفات الأقطاب اكبر من أمبير لفات عضو الاستنتاج مما يؤدي إلى تقليل رد فعل عضو الاستنتاج.

أنواع مولدات التيار المستمر:

تنقسم المولدات من حيث تغذية الأقطاب إلى:

أ- المولد ذي المغناطيس الدائم (المجنيتو):



شكل(3- 8)

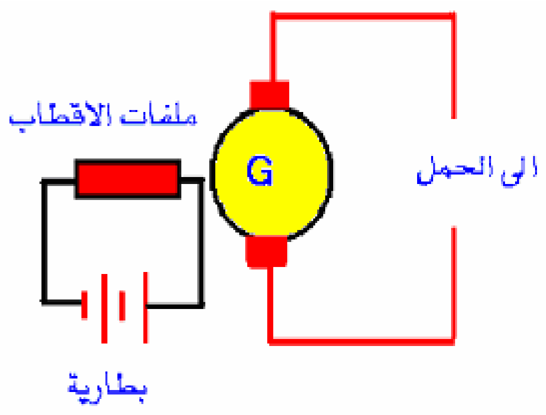
وفيه : $I_a = I_L$ **وكذلك :** $E = V + I_aR_a + V_b$

و تكون أقطاب هذا المولد عبارة عن مغناطيس دائم (على شكل حذاء الفرس) مصنوع من الصلب الذي يحتفظ بالمغناطيسية زمنا طويلا و يستعمل هذا النوع في بعض أجهزة القياس (الميجر) و في السيارات لإحداث الشرارة اللازمة لآلات الاحتراق الداخلي و في الدراجات (دينامو الدراجة).

ب- المولدات ذات الأقطاب المغناطيسية الكهربائية :

وتنقسم إلى نوعين هما :

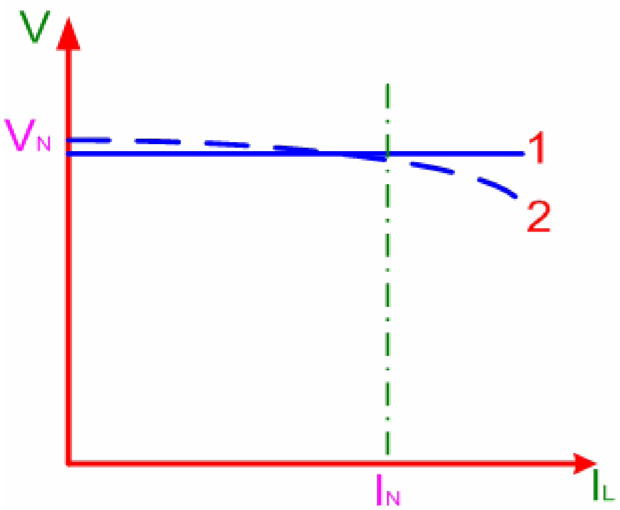
1- المولد ذو التغذية المستقلة (الخارجية):



شكل(3- 9)

وفية : $I_a = I_L$ **وكذلك :** $E = V + I_aR_a + V_b$

و تتم تغذية الأقطاب من مصدر كهربائي خارجي كبطارية أو مولد تيار مستمر آخر (المغذي) و يستخدم هذا النوع في المعامل الدراسية و في تغذية مغذي مولدات التيار المتردد في محطات القوى الكهربائية.



شكل(3- 10)

ونجد من منحنى الخواص الخارجية أن المنحنى (1) هو في حالة وجود ملفات تعويض و ذلك لتقليل رد فعل عضو الاستنتاج ، أما المنحنى (2) فهو في حالة عدم وجود ملفات تعويض.

ملحوظة :

في هذا النوع لا يعتمد تيار التنبية المار في الأقطاب على خرج المولد ولا على ظروف التحميل.

2- المولد ذو التغذية الذاتية النفسية:

تتغذى أقطاب هذا المولد من نفس التيار المستمر الخارج منه بشرط أن يكون به مغناطيسية متبقية من آخر مرة تشغيل وتتم التغذية بثلاث طرق هي:

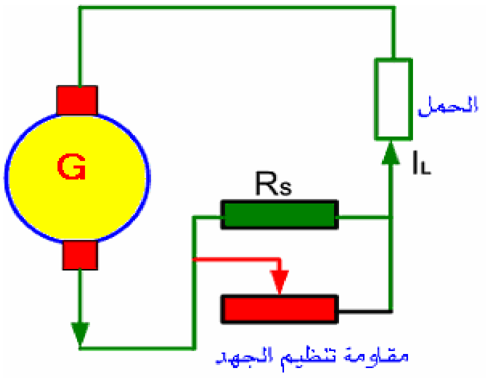
أ- توصيل ملفات الأقطاب بالتوالي مع المنتج و يسمى في هذه الحالة **بمولد التوالي**.

ب- توصيل ملفات الأقطاب بالتوازي مع المنتج و يسمى في هذه الحالة **بمولد التوازي**.

ج- توصيل جزء من ملفات الأقطاب بالتوالي مع المنتج و الجزء الآخر بالتوازي معه ويسمى في هذه الحالة **بالمولد المركب**.

أولا: مولد التوالي:

في هذا النوع من المولدات تتصل ملفات الأقطاب بالتوالي مع ملفات المنتج و الدائرة الخارجية و بذلك يمر التيار الخارج إلى الحمل عن طريق ملفات الأقطاب ولذلك فإنها تصنع من سلك من النحاس مقطعه كبير وعدد لفاته قليل و الرسم يوضح هذا النوع.



شكل(3- 11)

العلاقة بين (ق.د.ك) و فرق الجهد على طرفي مولد التوالي:

1- تيار المنتج = تيار الحمل أي إن: 1- $I_a = I_L$

2- ق..د.ك = الضغط + تيار المنتج (مقأومة المنتج + مقأومة التوالي(ملفات الأقطاب) +مقأومة الفرش)

أي إن : 2- $E.m.f = U + I_a (R_a + R_s + R_b)$

تنظيم ضغط مولد التوالي:

يمكن تنظيم ضغط مولد التوالي بواسطة:

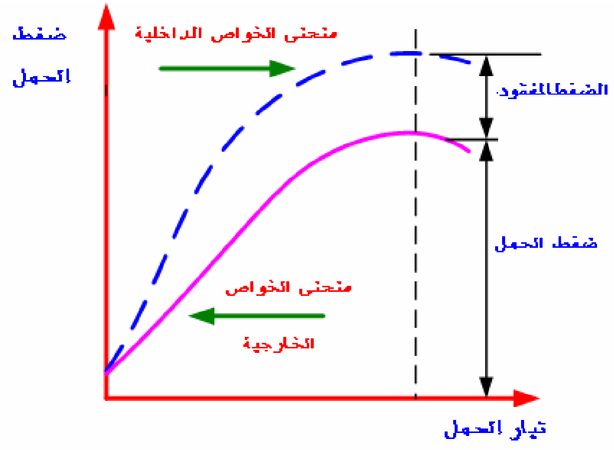
1- توصيل مقأومة متغيرة بالتوازي مع ملفات الأقطاب للتحكم في تيار الأقطاب (المجال المغناطيسي).

2- التحكم في الضغط على طرفي المنتج.

ولكن الطريقة الأولى هي الأكثر شيوعا.

خواص مولد التوإلى:

للتعرف على خواص مولد التوإلى يجب تحميله بأحمال مختلفة وبقياس كل من التيار و الضغط المناظر عند ثبات السرعة نحصل على منحنى يسمى منحنى (الخواص الخارجية)



شكل(3- 12)

ونستنتج من هذا المنحنى خواص مولد التوإلى وهي:

1- لا يعطي ضغطاً و الدائرة مفتوحة حيث يكون تيار التنبيه و الذي يسأوي تيار الحمل مسأويا للصفر.

2- تظهر فولطية صغيرة جدا على أطراف عضو الاستنتاج عندما تكون الدائرة مفتوحة و ذلك بسبب المغناطيسية المتبقية في الأقطاب من آخر مرة تشغيل.

3- يزيد الضغط بزيادة تيار الحمل زيادة خطية إلى نقطة التشبع للأقطاب حيث يزيد رد فعل عضو الاستنتاج و الذي يعمل على إزالة مغناطيسية الأقطاب إذا زاد التيار عن حد معين.

الحمل الحرج للمولد:

هو الحمل الذي تتولد عنده قيمة رد فعل عضو الاستنتاج و التي تسبب الزوال الذاتي للمغناطيسية و يترأوح هذا الحمل بين (2 إلى2.5) من الحمل الكامل.

استخدام مولد التوإلى:

1- يستخدم كمولد مستقل يراعى تحميله بصفة مستمرة ومنتظمة.

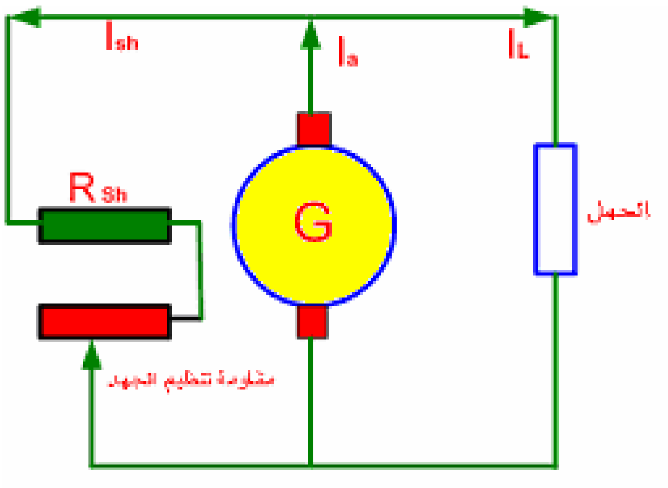
2- يستخدم في عمليات الطلاء بالكهرباء.

3- إنارة المصابيح القوسية.

4- يستعمل في السكك الحديدية.

ثانيا : مولد التوازي:

في هذا النوع من المولدات تتصل ملفات الأقطاب بالتوازي مع ملفات المنتج و الدائرة الخارجية أي إن تيار المنتج ينقسم إلى جزأين يمر الجزء الأكبر في الدائرة الخارجية (الحمل) و الأصغر في ملفات الأقطاب و لذلك تصنع من سلك مساحة مقطعه صغير وعدد لفاته كبير.



شكل(3- 13)

العلاقة بين (ق.د.ك) و فرق الجهد على طرفي مولد التوازي:

1- تيار المنتج = تيار الحمل + تيار تنبيه ملفات التوازي.

$$I_a = I_L + I_f$$

2- ق..د. ك = الضغط + تيار المنتج (مقأومة ملفات المنتج + مقأومة الفرش).

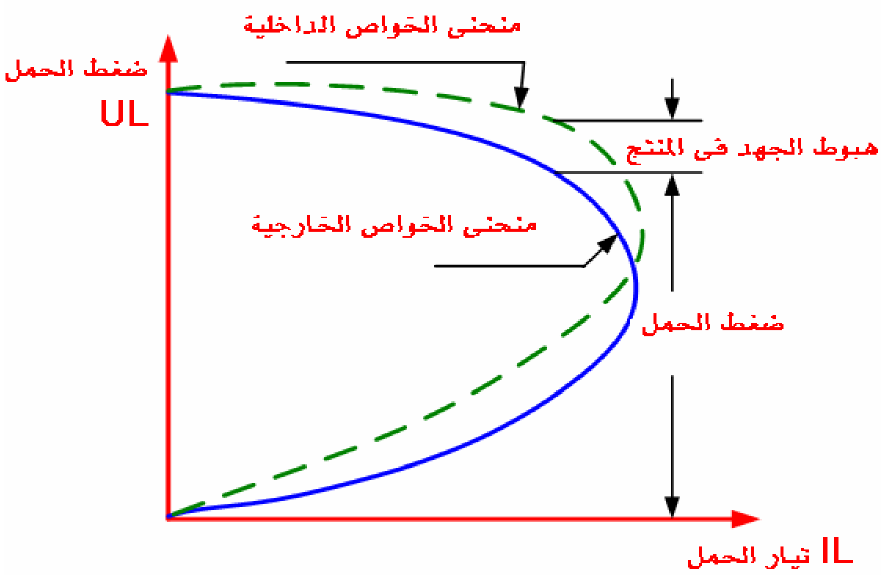
$$E.m.f = U + I_a (R_a + R_b)$$

تنظيم ضغط مولد التوازي:

يتم تنظيم ضغط مولد التوازي بواسطة التحكم في تيار التنبية(الأقطاب) وذلك باستخدام مقأومة متغيرة توصل بالتوإلى مع ملفات الأقطاب.

خواص مولد التوازي:

الشكل الآتي يوضح منحنى الخواص لمولد التوازي حيث منه نستنتج خواص هذا المولد وهي:



شكل(3- 14)

1- يكون أكبر ضغط على طرفي المولد عند عدم التحميل.

2- يقل الضغط على طرفي الحمل كلما زاد تيار الحمل و ذلك بسبب هبوط الضغط في ملفات المنتج ورد فعل عضو الاستنتاج و يعتبر هذا المولد ذا ضغط ثابت عند حمل معين.

الحمل الحرج:

هي قيمة التيار الذي إذا زاد عنه تيار الحمل يهبط الضغط و التيار إلى الصفر.

استخدام مولد التوازي:

نظرا لأن ضغط هذا المولد ثابت فإنه يستخدم في:

1- محطات القوى الكهربائية كمغذي.

2- شحن البطاريات.

3- عمليات طلاء المعادن.

4- الإنارة.

ثالثا : المولد المركب:

في هذا النوع من المولدات تتم موازنة الجهد بالشكل المطلوب حيث يتم الانتفاع بخاصية ارتفاع الجهد في مولد التوالي بزيادة الحمل، و ميله إلى الهبوط عند زيادة الحمل في مولد التوازي.

و يوجد على أقطاب هذا المولد نوعان من الملفات هي:

1- ملفات مساحة مقطعها صغير و عدد لفاتها كبير و توصل بالتوازي مع المنتج و هي التي تنتج المجال الرئيس للمولد وتسمى ملفات التوازي.

2- ملفات مساحة مقطعها كبير و عدد لفاتها صغير و توصل بالتوالي مع المنتج وتسمى ملفات التوالي.

ملحوظة:

- إذا كانت ملفات التوالي تنتج مجالاً مغناطيسياً يؤازر (في نفس اتجاه) مجال ملفات التوازي قيل إن هذا المولد مركب تراكمي (إضافي) وهذا النوع هو الأكثر استخداما و يمكن تقسيمه إلى:

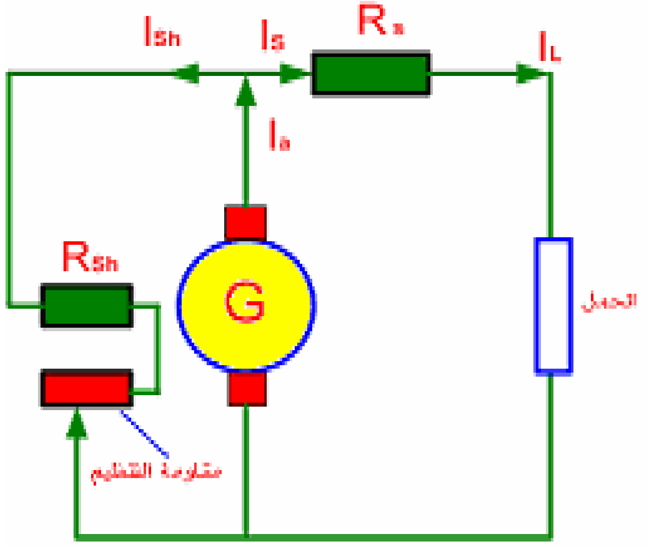
مولد فوق المركب ـــــ مولد مركب سطحي (مستو) ـــــ مولد تحت المركب.

- إذا كانت ملفات التوالي تنتج مجالاً مغناطيسياً يضاد (في عكس اتجاه) مجال ملفات التوازي قيل إن هذا المولد مركب تخالفي (فرقي) وهذا النوع لا يستخدم إلا في حالات قليلة خاصة.

و ينقسم المولد المركب من حيث توصيل ملفات التوالي إلى:

أ- المولد المركب القصير:

و فيه توصل ملفات التوازي مع المنتج بالتوازي و يوصلان معا مع ملفات التوالي التي توصل بالحمل على التوالي ، أي إنه يمر تيار الحمل في ملفات التوالي.



شكل(3- 15)

العلاقة بين (ق.د.ك) و فرق الجهد على طرفي المولد المركب القصير:

1- تيار المنتج = تيار الحمل + تيار ملفات تنبيه التوازي.

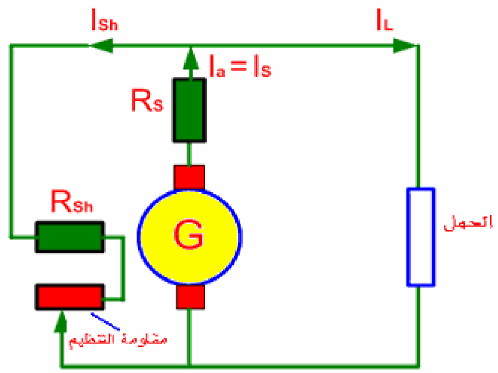
$$I_a = I_L + I_{f.sh} \ldots\ldots\ldots Amp$$

2- ق.د.ك = الضغط + هبوط الضغط في ملفات المنتج و الفرش و ملفات التوالي.

$$E.m.f = U + I_L.R_{fs} + I_a\,(R_a + R_b) \ldots\ldots\ldots v$$

ب- المولد المركب الطويل:

و فيه توصل ملفات التوالي مع المنتج بالتوالي و يوصلان بالتوازي مع ملفات التوازي ، أي إنه يمر تيار المنتج في ملفات التوالي وذلك كما هو موضح بالشكل.



شكل(3- 16)

العلاقة بين (ق.د.ك) و فرق الجهد على طرفي المولد المركب الطويل:

1- تيار المنتج = تيار الحمل + تيار ملفات تنبيه التوازي.

$$I_a = I_L + I_f$$

2- ق.د.ك = الضغط + تيار المنتج (مقاومة ملفات المنتج + مقاومة ملفات أقطاب التوالي + مقاومة الفرش)

$$E.m.f = U + I_a\,(R_a + R_{f.s} + R_b)$$

تنظيم الضغط في المولد المركب:

يتم تنظيم ضغط المولد المركب مثل مولد التوازي حيث نتحكم في الضغط بواسطة التحكم في تيار التنبية(الأقطاب) وذلك باستخدام مقاومة متغيرة توصل بالتوالي مع ملفات التوازي.

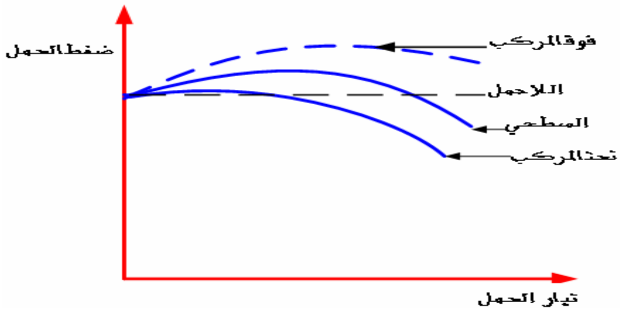
خواص المولد المركب:

تختلف خواص المولد المركب باختلاف توصيل وعدد لفات التوالي و ذلك كالآتي:

1- إذا كان ملف التوالي ينتج قوة دافعة كهربائية تعوض رد فعل عضو الاستنتاج و مفاقيد الضغط في ملفات المنتج فقط فإننا نحصل على مولد سطحي (مستو) أي ضغطه ثابت.

2- إذا كان ملف التوالي ينتج قوة دافعة كهربائية أكبر من رد فعل عضو الاستنتاج و المفاقيد نحصل على مولد فوقي (تراكمي) أي يزيد ضغطه بزيادة تيار الحمل.

3- إذا كان ملف التوالي ينتج مجال يضاد المجالاً الأصلي نحصل على مولد تحت المركب (تفاضلي) أي يقل الضغط بزيادة تيار الحمل.



شكل(3- 17)

استخدام المولد المركب:

يستخدم المولد المركب في:

1- الإنارة: حيث يستخدم المولد السطحي و الفوقي.

2- شحن البطاريات: حيث يستخدم المولد السطحي.

3- عمليات الطلاء الكهربائي: حيث يستخدم المولد السطحي أو الفوقي.

4- اللحام الكهربائي: حيث يستخدم المولد التفاضلي.

5- نقل القدرة الكهربائية: حيث يستخدم المولد الفوقي.

العوامل التي تتوقف عليها (ق. د. ك) المستنتجة في المولد:

تتناسب الـ (ق. د. ك) المتولدة في المولد تناسبا طرديا مع:

1- سرعة القطع (سرعة المولد): N …r.p.m أي إن $E.m.f \propto N$.

2- الفيض المغناطيسي: Φ …wb أي إن $E.m.f \propto \Phi$.

3- عدد أقطاب المولد: P أي إن $E.m.f \propto P$.

4- عدد الموصلات الموجودة على عضو الاستنتاج Z أي إن $E.m.f \propto Z$.

حساب الـ (ق..د.ك) المستنتجة في المولد:

من العوامل السابقة نجد أن (E.m.f) تتناسب مع كل من (L، Φ ، N).

$$E.m.f \propto N.\Phi.P.Z \quad \text{volts}$$

فإذا كان عدد اللفات N في الدقيقة نقسم العلاقة السابقة على 60 و إذا قسمت موصلات المنتج Z المتصلة بالتوالي على عدد من دوائر (مسارات) التوازي A ، فتقسم أيضا العلاقة السابقة على عدد هذه

الدوائر A ، أي تصبح العلاقة السابقة هي:

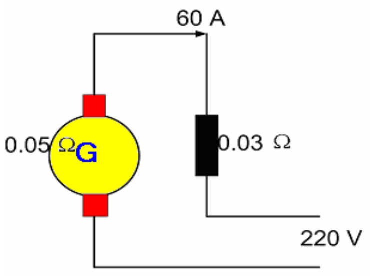
$$E.m.f = \Phi .\ Z.\ N/60\times(P/A) \quad volts$$

- و إذا كان اللف انطباقياً تكون عدد دوائر(مسارات) التوازي يسأوي عدد الأقطاب أي إن: P = A
- و إذا كان اللف تموجياُ تكون عدد دوائر(مسارات) التوازي يسأوي 2 أي إن: A = 2

مثال (1):

مولد توإلى يعطي تياراً للحمل قيمتة 60 أمبير فإذا كانت مقأومة عضو استنتاجه 0.05 أوم و مقأومة ملفات المجال المغناطيسي 0.03 أوم فإذا قرأ الفولتميتر المتصل على أطراف المولد 220 فولت احسب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة داخل المولد.

الحل:



شكل(3- 18)

$$E.M.F = U + I_a\,(R_a + R_s)$$
$$= 220 + 60\,(0.05 + 0.03)$$
$$= 220 + 60(0.08)$$
$$= 220 + 4.8 = 224.8\ \ V$$

مثال (2):

مولد ذو أربعة أقطاب يدور عضو استنتاجه بسرعة N=1500 r.p.m فإذا كان عدد موصلات المنتج Z = 176 و التدفق المغناطيسي لكل قطب Φ = 0.05 wb احسب:

1- ق.د.ك المتولدة في حالة اللف الانطباقي.

2- ق.د.ك المتولدة في حالة اللف التموجي.

الحل:

حيث إن: $E.m.f = \Phi .\ Z.\ N/60\times(P/A) \quad volts$

1- في حالة اللف الانطباقي فإن:

$$E.m.f = 0.05\times176\times1500/60\ \times4/4\ = 220\ \ volt$$

2- في حالة اللف التموجي فإن:

$$E.m.f = 0.05\times176\times1500/60\ \times4/2\ = 440\ \ volt$$

ثانيا محركات التيار المستمر:

المحرك الكهربي:

هو آلة كهربية تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية(حركية).

تركيب المحرك:

هو نفس تركيب آلة التيار المستمر الذي تم ذكره في بداية هذه الوحدة.

ملحوظة:

1- عضو التوحيد (المبدل) تكون وظيفته في المحرك توحيد اتجاه عزم الدوران لكي يدور المحرك في اتجاه واحد عن طريق عكس التيار الداخل للمحرك كل نصف دوة لكل ملف.

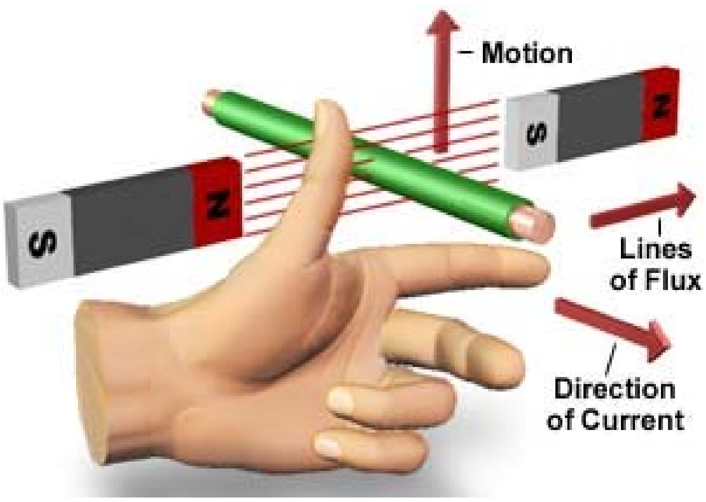
2- الفرش الكربونية وظيفتها في المحرك توصيل التيار من المصدر الخارجي إلى المحرك.

نظرية الحركة في المحرك:

بنيت نظرية الحركة في المحرك على قانون فارادي للمحرك والذي ينص على أنه: ((إذا مر تيار كهربائي في موصل موضوع في ساحة مغناطيسية فإنة ينشأ على هذا الموصل قوة تعمل على تحريكه.))

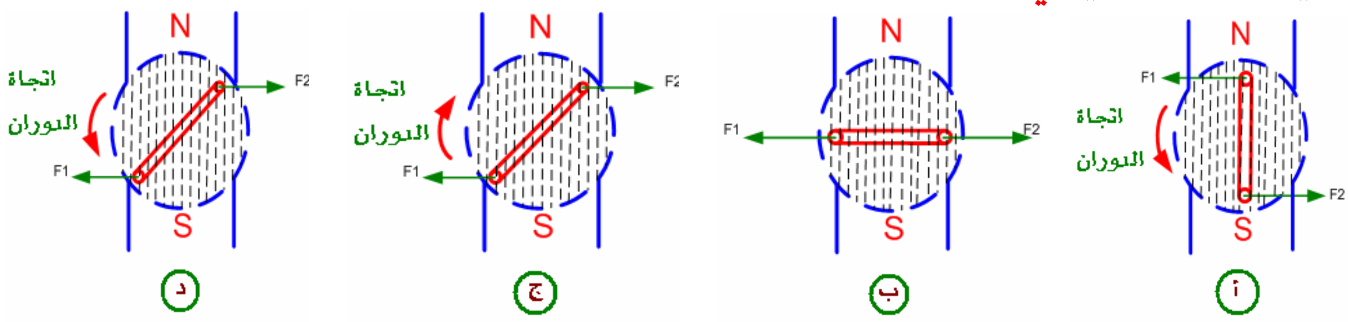
قاعدة فليمنج لليد إلىسرى لتحديد حركة الموصل:

من الشكل نجد أن السبابة و الإبهام و الوسطى تكون متعامدة على بعضها بحيث تكون السبابة في اتجاه المجال و الوسطى في اتجاه التيار وكان الإبهام مشيرا إلى اتجاه الحركة



شكل(3- 19)

توليد الحركة الدورانية في المحرك:



شكل(3- 20)

الشكل (3- 20أ) يبين ملفا ذا لفة واحدة من السلك موضوعا بحيث يكون مستواه موازيا لخطوط المجال المغناطيسي، ويمر بالملف تيار كهربائي مستمر مبتعد عن الناظر في الجانب العلوي ومقترب منه في الجانب السفلي وحسب قاعدة فلمنج لليد اليسرى فإن جانب الملف العلوي يتحرك جهة اليسار بقوة F_1 بينما جانب الملف السفلي يتحرك جهة اليمين بقوة مساوية مقدارها F_2 وهاتان القوتان تعملان على تحريك الملف بحركة دائرية حول محوره في اتجاه مضاد لاتجاه عقارب الساعة وبما أن شدة التيار في جانب الملف واحدة و أن الملف موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته واحدة فتكون قيمة $F_2 = F_1$ وفي هذا الوضع يكون الملف متأثرا بأكبر عزم دوران ممكن.

وعندما يصل الملف إلى الوضع المبين بشكل(3- 20ب) تكون القوى على جانبي الملف إلى الخارج ولاتكون هناك أي قوة على جوانبه يمكنها أن تحدث دورانا له ويكون عزم الدوران في هذا الوضع مسأويا للصفر.

وعندما ننتقل إلى وضع الملف المبين بشكل(3- 20ج) ونطبق قاعدة فلمنج لليد اليسرى نجد أن الملف يميل إلى الدوران في اتجاه عقارب الساعة أي إنه يغير اتجاهه ليعود إلى الوضع في شكل(3- 20ب) أي إنه لا يستطيع تخطي المنطقة المحايدة في حالة بقاء جهة التيار نفسها ، فإذا عكست جهة التيار في الملف عن المنطقة المحايدة ، فإن الملف يأخذ الوضع بشكل(3- 20د) وبناء على قاعدة فلمنج لليد اليسرى فإن الملف سوف يواصل حركته في نفس الاتجاه الأول وهو ضد عقارب الساعة أي إن الملف يحافظ على اتجاه حركته ليتم دورة كاملة 360 درجة.

ملحوظة:

سوف يتولى عضو المبدل (العاكس) عملية عكس اتجاه التيار في ملفات محرك التيار المستمر حتى يستمر دورانه في اتجاه واحد ، و المبدل أو العاكس هو نفسه الذي أطلق عليه عضو التوحيد(المجمع) في حالة مولد التيار المستمر الذي تم ذكره سابقا.

سرعة دران المحرك:

عندما يدور عضو الاستنتاج للمحرك فإن الموصلات التي علىه تقطع المجال المغناطيسي للأقطاب فيستنتج بها قوة دافعة كهربائية (ق.د.ك) عكسية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي (V) وتكون قيمتها هي كما في المولد: $E_b = \Phi ZNP/A$ .....VOLTS

ومنها نجد أن: $N = E_b / \Phi . A/ZP$

و حيث أنه A/ZP قيمة ثابتة فإن السرعة تتناسب طرديا مع (E_b) و عكسيا مع (Φ).

بدء الحركة في محركات التيار المستمر:

كما عرفنا أن نتيجة لقطع موصلات عضو الاستنتاج أثناء دورانها للمجال المغناطيسي للأقطاب فإنه يستنتج بها قوة دافعة كهربائية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي المسبب لها (U) ويجب أن يكون الجهد على أطراف عضو الاستنتاج كاف لأن يغطي قيمة هذه القوة الدافعة الكهربائية العكسية وأيضا مفاقيد دائرة المنتج أي إن : $U = E_b + I_aR_a$ ولكن عندما يكون المحرك في حالة سكون نجد أن (Eb) مازالت لم تستنتج فيكون الجهد $U = I_aR_a$ وبالتالي فإن التيار $I_a = U / R_a$ وحيث أن المقأومة Ra هي مقأومة عضو الاستنتاج وتكون صغيرة فنجد أن التيار (Ia) يكون كبير جدا لاتتحملة هذه المقأومة فيجب وضع مقأومة بالتوإلى مع عضو الاستنتاج في اتجاه التيار تسمى مقأومة بدء الحركة ويجب أن تفصل هذه المقأومة بصورة تدريجية و ببطء لكي يتوفر وقت للمحرك حتى يصل إلى سرعته الاسمية (الكاملة).

عزم الدوران الفعلى في المحرك:

العزم الكلي للدوران $Ma = \Phi.Z.Ia / 2\Pi . P/A$ ..... N.m ولكن يوجد في المحرك عزم دوران آخر يسمى بالعزم المقأوم ويرمز له بالرمز (M_v) و هو مضاد للعزم الكلي الناشء أي مضاد لاتجاه الدوران فنجد أن العزم الذي يعطي شغلاً مفيداً هو ما يطلق عليه عزم عمود الدوران (Shaft Torque) ويرمز له بالرمز (M_{sh}) فإن : $M_{sh} = M_a - M_v$ هو العزم الفعال.

أنواع محركات التيار المستمر

أولا : محرك التوالى :

تركيبه :

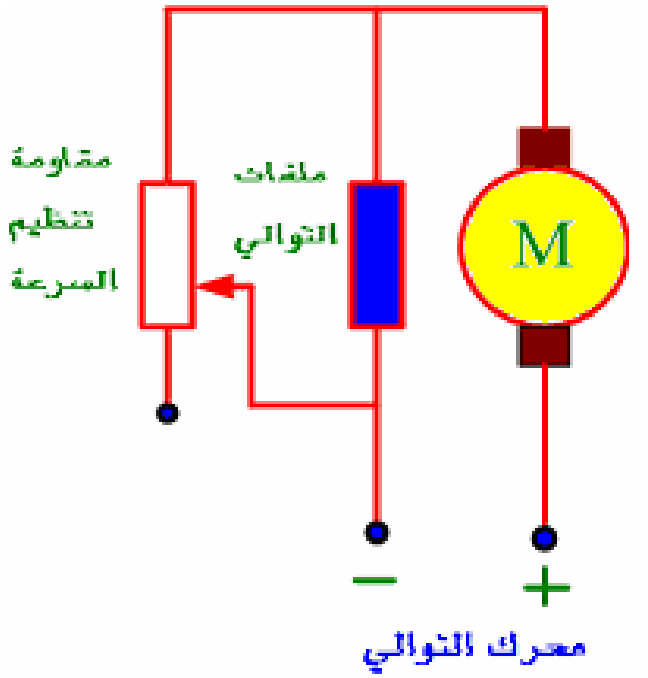
مثل تركيب مولد التوالى من ملفات الأقطاب ذات المقطع الكبير و عدد اللفات القليلة و المتصلة بالتوالى مع ملفات عضو الاستنتاج.

تنظيم سرعته:

يتم تنظيم سرعة محرك التوالى بواسطة:

1- التحكم في ضغط عضو الاستنتاج وذلك عن طريق توصيل مقأومة متغيرة بالتوالى مع عضو الاستنتاج وهذه الطريقة تسبب فقداً في القدرة الكهربائية وسخونة مقأومة تنظيم السرعة.

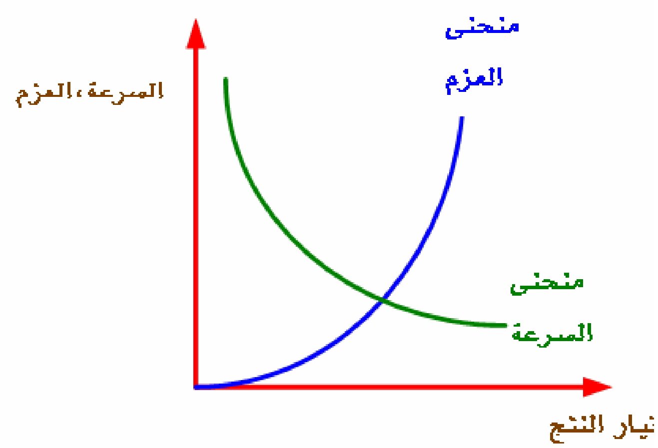
2- التحكم في تيار التنبيه عن طريق توصيل مقأومة متغيرة بالتوازي مع ملفات أقطاب التوالى وهذه الطريقة هي الأفضل في تنظيم السرعة.



شكل(3- 21)

خواص محرك التوإلى:

الشكل(3- 22) يوضح منحنى الخواص لمحرك التوإلى حيث تكون العلاقة بين تيار المنتج (تيار الحمل) وكلا من العزم و السرعة.



شكل(3- 22)

ومن ذلك نستنتج أن:

1- عزم بدء الدوران كبير.

2- سرعته تقل كلما زاد تيار الحمل وتزيد كلما قل.

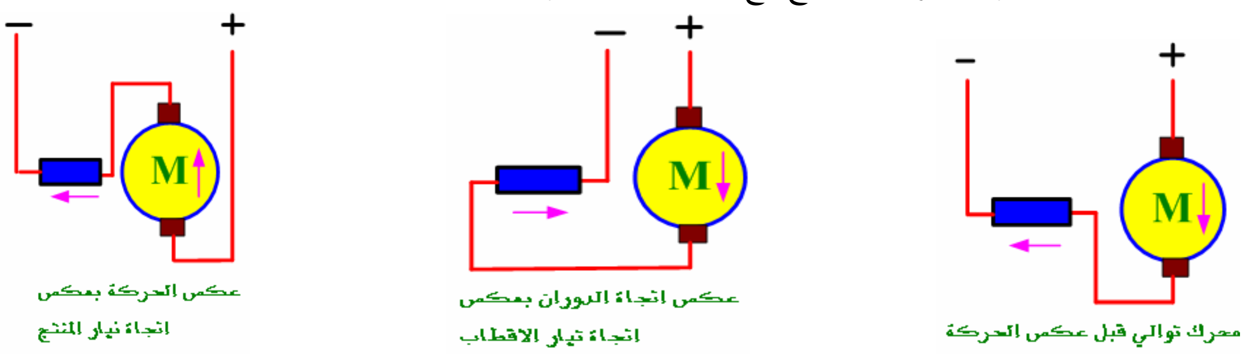
3- تتخطى سرعته السرعة المقننة عند اللاحمل ولذلك يجب عدم دورانه بدون حمل حتى لا يتعرض للتلف كما لا يجوز تحميل هذا المحرك بواسطة السيور خوفا من قطعها فتزيد السرعة وتسبب تلفه.

عكس حركة محرك التوإلى:

تعكس الحركة بطريقتين هما :

1- بعكس اتجاه تيار الأقطاب مع ثبات اتجاه تيار عضو الاستنتاج.

2- بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج مع ثبات اتجاه تيار الأقطاب.



شكل(3- 23)

استخدام محرك التوإلى:

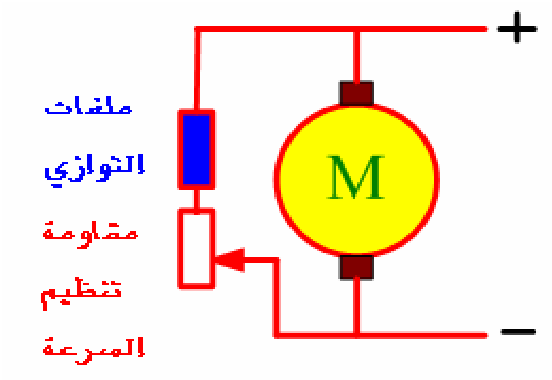
1- يستعمل في آلات الجر الكهربي مثل (القطار الكهربائي- المصاعد- الأوناش).

2- في الأعمال التي تتطلب تغير السرعة بتغير الأحمال.

ثانيا : محرك التوازي :

تركيبه :

مثل تركيب مولد التوازي حيث توصل ملفات الأقطاب ذات المقطع الصغير وعدد اللفات الكثيرة مع ملفات عضو الاستنتاج بالتوازي.



شكل(3- 24)

تنظيم سرعته :

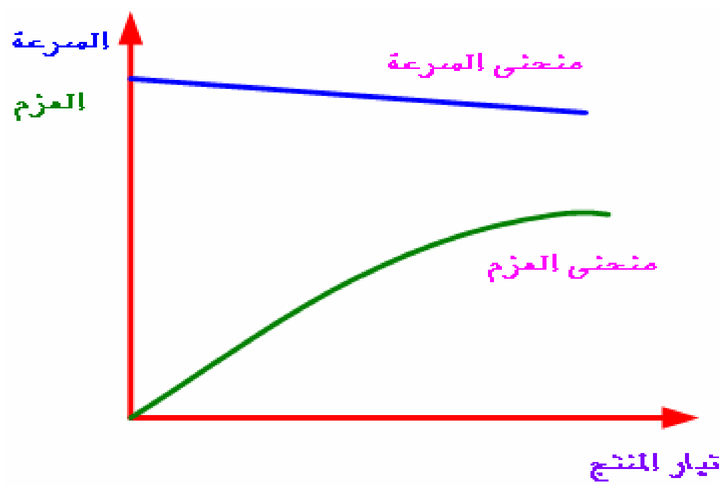
يمكن تنظيم سرعة محرك التوازي كالآتي:

1- بواسطة التحكم في تيار الأقطاب عن طريق توصيل مقأومة متغيرة بالتوإلى مع ملفات التوازي.

2- بواسطة التحكم في ضغط المنتج .

و لكن الطريقة الأولى هي الأفضل.

خواص محرك التوازي:



شكل(3- 25)

من منحنيات الخواص نجد أن:

1- سرعة دورانه ثابتة تقريبا لجميع الأحمال.

2- يعطي عزم دوران مناسب لتيار الحمل.

3- يتناسب عزم الدوران تناسبا طرديا مع تيار المنتج.

4- المحرك لا تتعدى سرعته الاسمية(المقننة) حتى عند تشغيله بدون حمل لذلك يمكن تحميله عن طريق السيور.

استعمال محرك التوازي:

1- يستخدم في الأحمال التي تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل (المخارط- المثاقب – المرأوح)

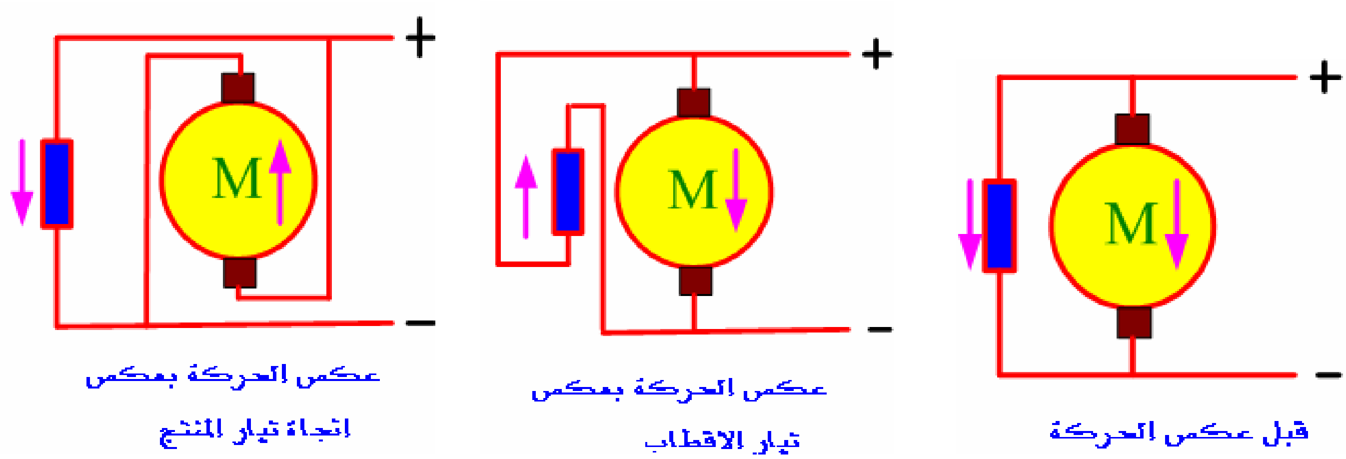
2- يستخدم في الأحمال التي تحتاج إلى عزم بدء كبير.

عكس حركة محرك التوازي:

يتم ذلك كما في عكس حركة محرك التوالي كالآتي:

1- بعكس اتجاه تيار المنتج مع ثبات اتجاه التيار في ملفات الأقطاب.

2- بعكس اتجاه التيار في ملفات الأقطاب وثبات اتجاه التيار في ملفات المنتج.

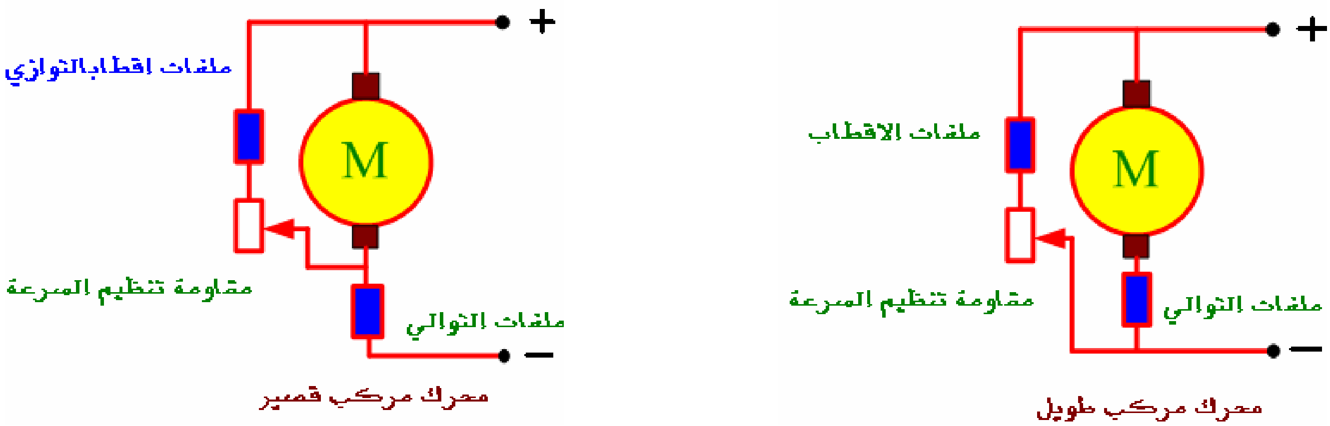


شكل(3- 26)

ثالثا: المحرك المركب:

تركيبه:

وذلك مثل تركيب المولد المركب من ملفات الأقطاب التي تتكون من توصل بالتوازي مع المنتج و ملفات التوالي التي توصل بالتوالي مع المنتج فإذا وصلت ملفات التوالي مباشرة مع المنتج سمي محرك مركب طويل، أما إذا وصلت بالمنبع مباشرة سمي محرك مركب قصير و الشكل يوضح ذلك.



شكل(3- 27)

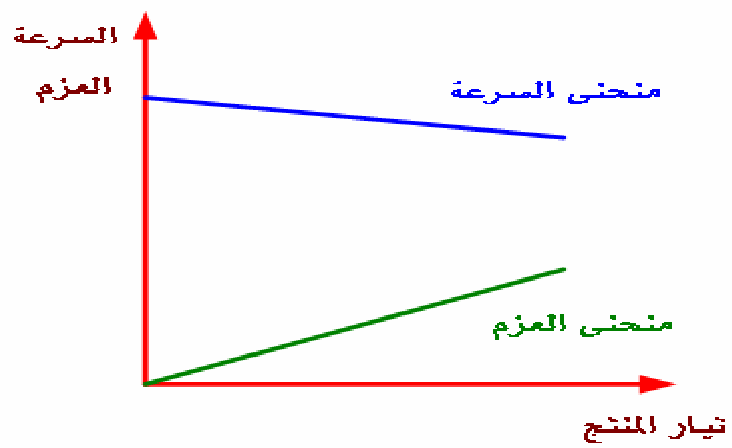
تنظيم سرعة المحرك المركب:

يتم تنظيم سرعة المحرك المركب كالآتي:

1- عن طريق مقأومة متغيرة بالتوالى مع ملفات التوازي.

2- عن طريق مقأومة متغيرة بالتوالى مع المنتج و لكن عيوبها الفقد في القدرة.

خواص المحرك المركب:



شكل(3- 28)

نجد أن المحرك المركب ينقسم من حيث طريقة وضع ملفات التوالي و تأثيرها على المجال ملفات التوازي إلى نوعين هما:

أ- المحرك المركب التراكمي:

وفيه توصل ملفات التوالي بحيث يساعد المجال المغناطيسي الناشىء منها مجال المغناطيسي للملفات التوازي.

ومن خواص هذا المحرك:

1- له عزم دوران متوسط القيمة.
2- ذو سرعة عالية.

استخدامة:

يستخدم في الحالات التي تتطلب سرعات مرتفعة مثل إدارة الطلمبات و المرأوح.

ب- المحرك المركب الفرقي:

وفيه توصل ملفات التوالي بحيث يضاد المجال المغناطيسي الناشىء عنها المجال المغناطيسي للملفات التوازي.

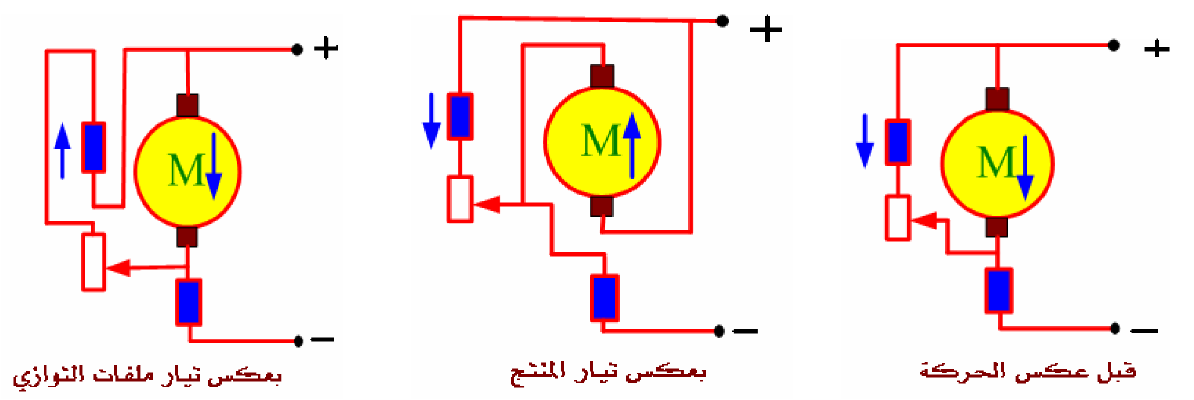
ومن خواص هذا المحرك:

1- له عزم دوران قوي عند البدء.
2- سرعته ثابتة تقريبا.
3- يمكن تحميله فوق الحمل الكامل.

استخدامه:

يستخدم في الحالات التي تتطلب سرعة ثابتة وعزم بدء قوي و ذات أحمال فجائية مثل الأوناش و المصاعد

عكس حركة المحرك المركب:



شكل(3- 29)

يتم ذلك كما في عكس حركة محرك التوالي و التوازي كالآتي:

1- بعكس اتجاه تيار المنتج و ثبات اتجاه تيار ملفات الأقطاب.
2- بعكس اتجاه تيار ملفات الأقطاب وثبات اتجاه تيار ملفات المنتج.

أسئلة نهاية الوحدة الثالثة

1- وضح كيف يتم توليد التيار المستمر مع الرسم
2- اذكر الأجزاء التي تتكون منها آلة التيار المستمر
3- ما فائدة كل من (عضو التنبيه- عضو الاستنتاج- الفرش الكربونية)؟
4- اشرح نظرية عمل المولد مع الرسم
5- عرف رد فعل عضو الاستنتاج و كيف يمكن تلافيه؟
6- اذكر أنواع مولدات التيار المستمر
7- وضح بالرسم خواص مولد التوإلى
8- اذكر طرق تنظيم ضغط مولد التوازي
9- اذكر العوامل التي تتوقف علىها (ق.د.ك) المستنتجة في المولد
10- عرف المحرك الكهربائي
11- كيف يتم تحديد الحركة في المحركات؟
12- وضح كيف يمكن تنظيم سرعة محرك التوإلى
13- فيما يستخدم محرك التوازي؟
14- اذكر طرق تنظيم سرعة المحرك المركب
15- كيف يتم عكس حركة المحرك المركب؟

ملحوظات

المملكـة العربيـة السـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

مبادئ الآلات والمعدات الكهربائية

آلات التيار المتغير

آلات التيار المتغير

4

الوحدة الرابعة : الآت التيار المتغير

الجدارة : أن يتمكن المتدرب من الإلمام بآلات التيار المتغير .

الأهداف :

1) أن يتعرف المتدرب على تركيب آلة التيار المتغير.
2) أن يتعرف المتدرب على أنواع آلات التيار المتغير .
3) أن يتعرف المتدرب على نظرية عمل آلات التيار المتغير .
4) أن يتعرف المتدرب على خواص كل آلة من آلات التيار المتغير.

مستوى الأداء المطلوب : وصول المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 13 ساعاة

الوسائل المساعدة:

1) جهاز العرض العلوي لعرض بعض الصور التوضيحية لآلات التيار المتغير.

2) بعض أجزاء آلات التيار المتغير من العملي كوسيلة تعلىمية.

متطلبات الجدارة:

يجب معرفة تركيب و نظرية عمل و خواص آلات التيار المتغير

مولدات التيار المتغير AC Generator

محطات الطاقة

ترتكز الطرق الرئيس لتوليد الطاقة على الفحم والنفط والطاقة النووية أو من مساقط المياه أو المياه المخزونة القابلة للضخ وتجرى الآن أبحاث كثيرة حول إنتاج الطاقة من الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية من باطن الأرض وطاقة الريح وطاقة المد وطاقة الموج

محطات الكهرباء العاملة على النفط والفحم :

ترتكز على الغلايات البخارية العاملة على الفحم أو النفط لإنتاج بخار محمص (أي خال من الرطوبة) ليشغل مولدات توربينية



شكل 4 - 1

محطات المياه العاملة على طاقة المياه في المساقط المائية (المحطات الهيدروليكية) :

حيث نستفيد من طاقة اندفاع المياه من أماكن مرتفعة إلى أماكن منخفضة في إدارة توربينات



شكل 4 - 2

محطات الكهرباء العاملة على الطاقة الشمسية :

تعتبر في الوقت الحاضر مكلفة جدا وتدرس الآن طريقتان للاستفادة من هذه الطاقة :

الطريقة الأولى : تتمثل باستعمال صفائف من المرايا التي تدور لمتابعة حركة الشمس وتركز أشعتها على غلاية وهذه الطريقة تكون عملية لتلك المناطق من العالم التي تتمتع لأوقات طويلة بأشعة الشمس

الطريقة الثانية: هي استعمال طاقة الشمس بواسطة الخلايا الكهروضوئية وتصلح للمناطق النائية



شكل 4 - 3

محطات الكهرباء العاملة على طاقة الريح:

وتعتبر هذه الطاقة من المصادر المتجددة الواعدة للطاقة



شكل 4 - 4

محطات الكهرباء العاملة على التوربينات الغازية :

ونظرا لتزايد تكإلىف تشغيلها فإنها تستعمل كمجموعات توليد احتياطية

محطات الكهرباء العاملة على مساقط المياه والمياه المخزونة:

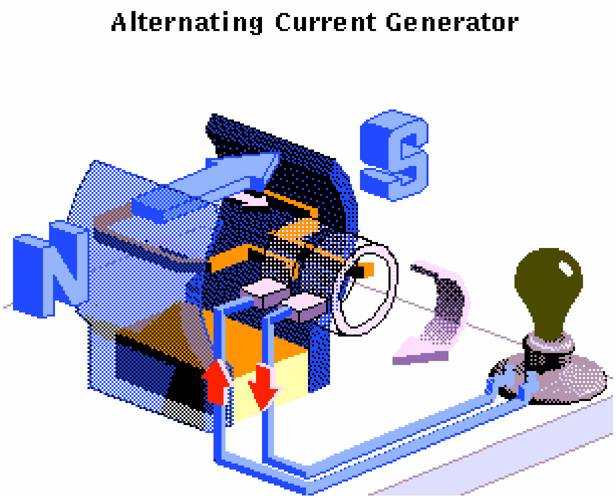
تعريف التيار المتغير

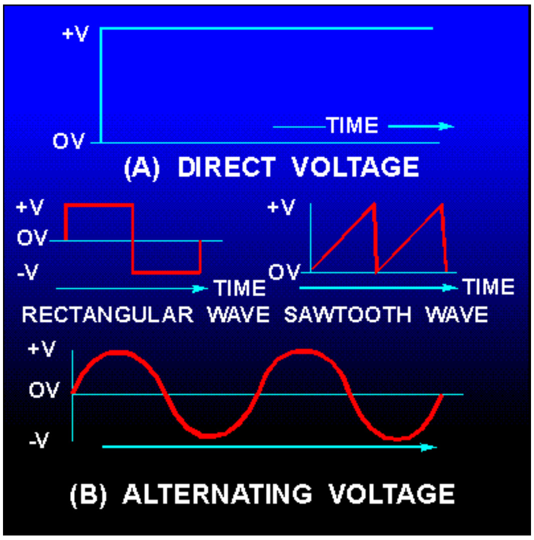
هو تيار متغير في القيمة والاتجاه مع مرور الزمن ولا يكرر نفسه

تعريف التيار المتردد :

هو تيار متغير في القيمة والاتجاه ولكن يكرر نفسه مع مرور الزمن

المولد الكهربائي : هو آلة كهربائية تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية





شكل 4 - 5

أنواع مولدات التيار المتغير : تنقسم مولدات التيار المتغير من حيث نوع المنتج إلى نوعين هما :

1 – **مولد ذو منتج ثابت والأقطاب هي العضو الدائر**: وتمتاز هذه المولدات بقدرتها الكهربية الكبيرة التي قد تصل إلى 1000ميجأوات وجهد يصل إلى 33000 فولت وهو شائع الاستعمال

2 – مولد ذو منتج دائر والأقطاب هي الثابتة: وقد تستخدم في حالات خاصة وبقدرة صغيرة وجهد منخفض وهذا النوع غير شائع الاستعمال

مميزات مولدات التيار المتغير ذات المنتج الثابت عن مولدات التيار المتغير ذات المنتج الدائر :

1 – سهولة تثبيت وربط وعزل ملفات المنتج وعزل أطرافها جيدا

2 – سهولة الحصول على التيار الكهربي بجهود عالية من أطراف المنتج إلى الدائرة الخارجية

3 – توفير في حجم حلقات الانزلاق وسهولة عزلها جيدا حيث إن الأقطاب تغذى بتيار مستمر ذي جهد منخفض

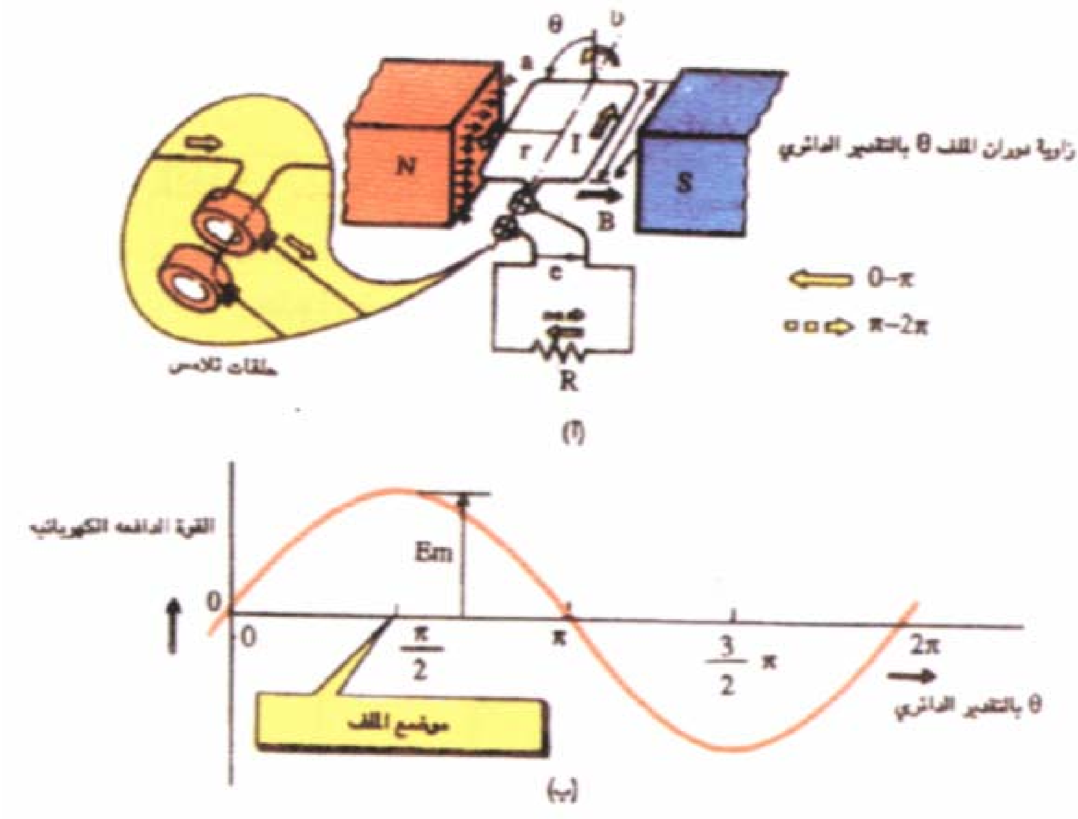
4 – اتزان المولد وعدم تعرض ملفات المنتج للتفكك نتيجة الدوران

نظرية عمل المولد :

تعتمد على قانون فاراداي الذي ينص على (إذا قطع موصل ساحة مغناطيسية فإنه تتولد به ق د ك بالاستنتاج وتكون قيمتها أكبر ما يمكن عندما تكون زأوية القطع 90 درجة كهربية)

ويحدث هذا القطع نتيجة الحركة النسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي سواء بحركة الموصل وثبات المجال أو بحركة المجال وثبات الموصل

هذا وقد علمنا أنه إذا تحرك موصل على هيئة لفة مستطيلة الشكل بين قطبين مغناطيسيين فإنه تتولد به ق د ك على هيئة موجة جيبية يمكن توصيلها إلى الدائرة الخارجية عن طريق حلقتين من النحاس معزولتين عن بعضهما تسميان بحلقتي انزلاق تتحركان أمام فرشتين من الكربون ومنها إلى الدائرة الخارجية كما بالشكل والذي يمثل مولد تيار متغير في أبسط صورة



شكل 4 - 6

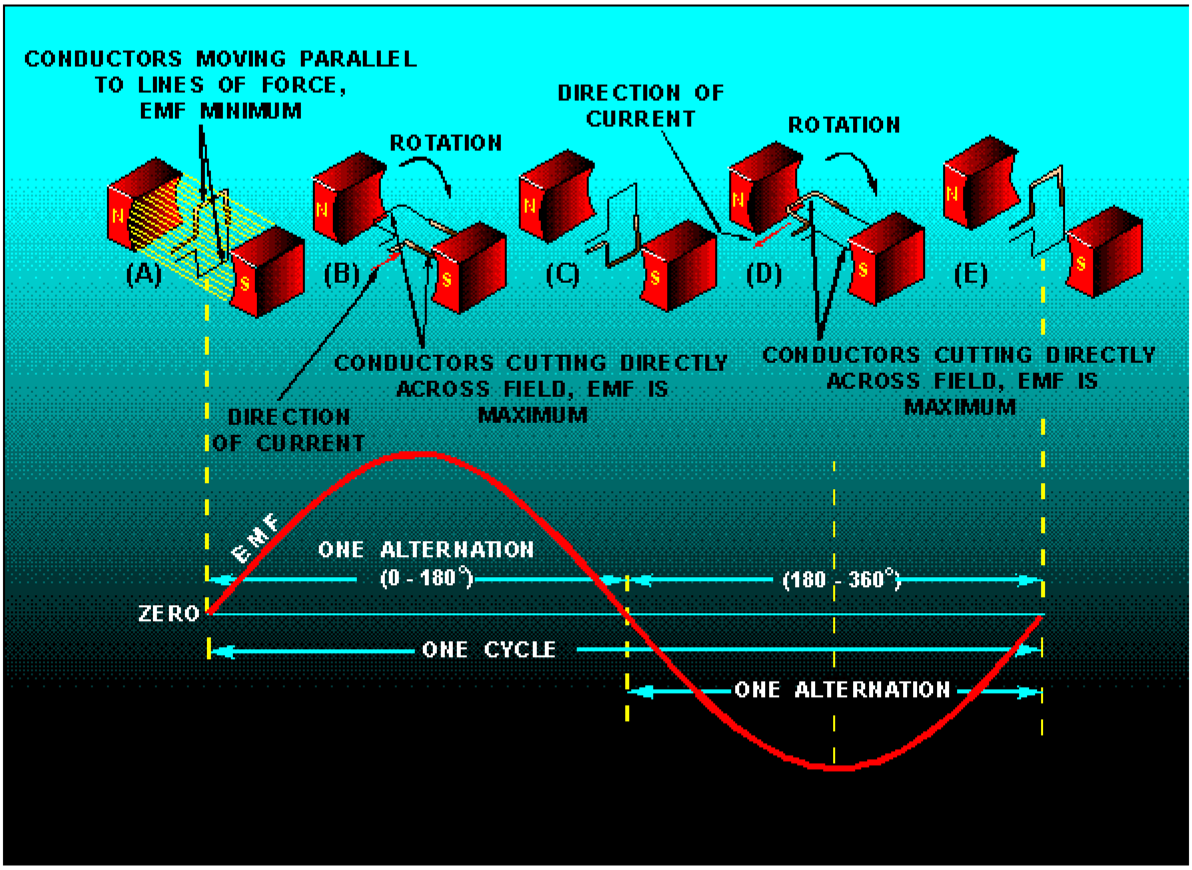
الموجة الجيبية : سميت بهذا الاسم لأن قيم ق د ك اللحظية متناسبة مع جيب زأوية القطع (الزأوية المحصورة بين الموصل وخطوط المجال المغناطيسي)

كيفية توليد التيار المتردد أحادي الوجه:

نفرض إن عندنا لفة مستطيلة الشكل تدور بين قطبين مغناطيسيين كما بالشكل وتتصل بالدائرة الخارجية عن طريق حلقتي انزلاق تتحركان أمام فرشتين

ففي الوضع الأول (1) حيث يكون الموصل موازيا لخطوط المجال المغناطيسي فلا تتولد ق د ك E m f لأن زأوية القطع تسأوي صفرا أما في الوضع (2) حيث تكون زأوية القطع 90° كهربية أي إن الموصل متعامد على خطوط المجال المغناطيسي تكون ق د ك نهاية عظمى موجبة

أما في الوضع (3) يصبح الموصل موازياً لخطوط المجال وزأوية القطع 180° وتكون ق د ك صفرا ويكون الموصل قد تحرك نصف دورة في الوضع (4)تكون الزأوية 270° كهربية تصل ق د ك إلى النهاية العظمى السالبة وفي الوضع (5) تعود ق د ك إلى الصفر عندما تكون زأوية القطع 360°وبذلك نحصل على موجة كهربية للقوة الدافعة الكهربية واحدة بدوران الموصل دورة واحدة بين قطبين مغناطيسيين وبتكرار دوران الملف نحصل على التيار المتردد



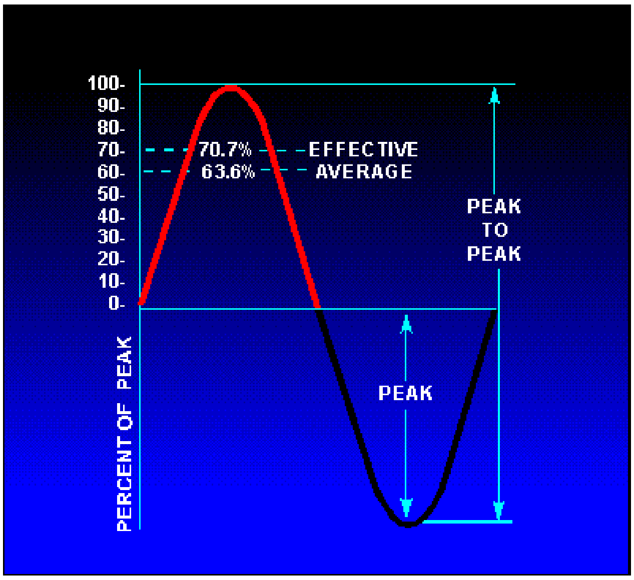
شكل 4 - 7

زمن الدورة والتردد :

زمن الدورة **T** : هو الزمن اللازم لدورة كاملة

التردد **f** : هو عدد الدورات أو الذبذبات التي تتكرر كل ثانية ووحدة قياسه الهرتز HZ

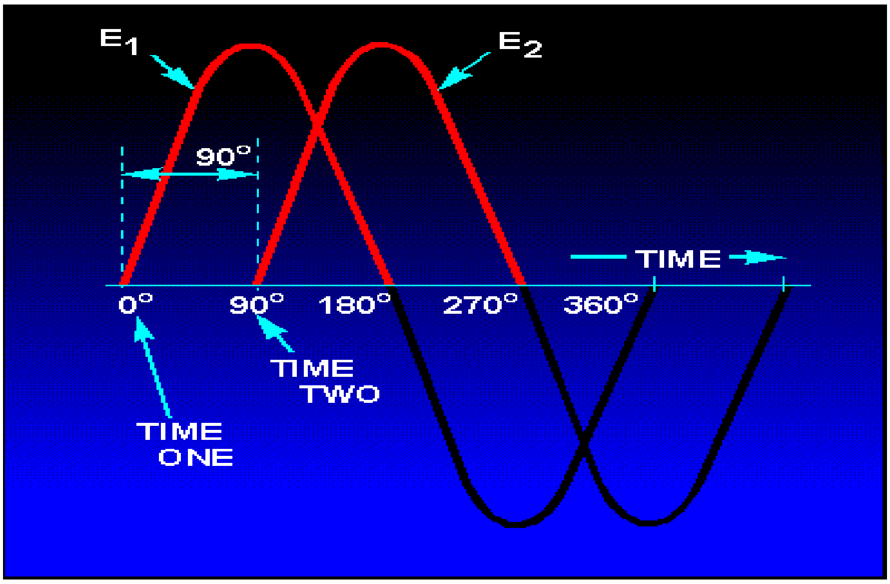
العلاقة بين التردد والزمن الدوري $f = 1/T$ ، $T = 1/f$



شكل 4 - 8

زأوية الطور Φ

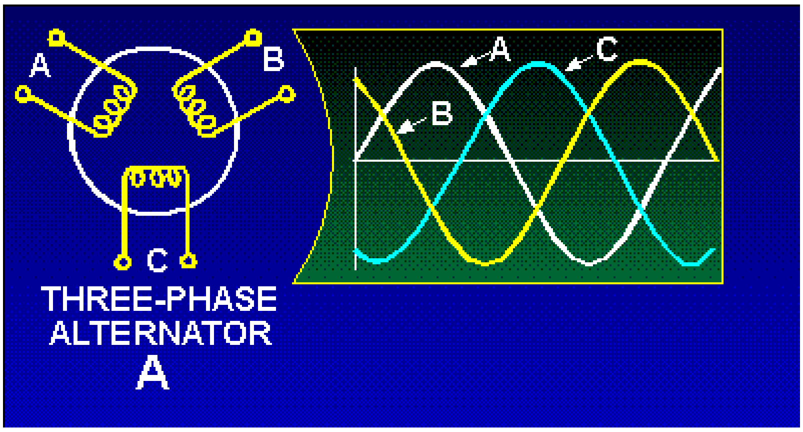
هي الجزء من الدورة الزمنية تقدمت به أو تآخرت قيم الكمية عن نقطة البدء المختارة ويوضح الشكل المقابل ذلك



شكل 4 - 9

التيار المتردد الثلاثي الأوجه

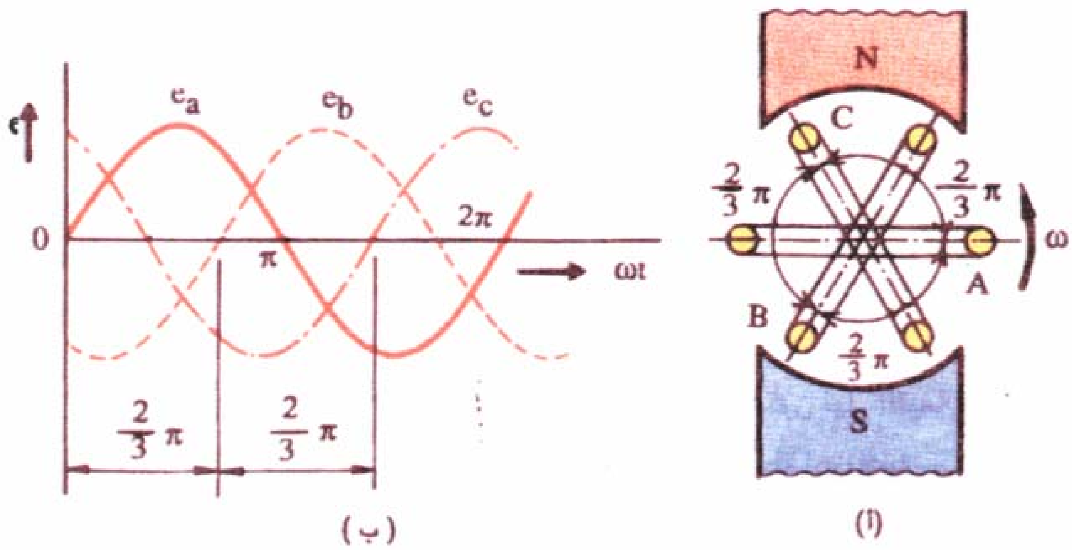
هو نظام جهد مؤلف من ثلاثة جهود مترددة لها نفس التردد ونفس القيمة العظمى ولكن أطوارها مزاحة عن بعضها بمقدار 120 ° كهربية كما بالشكل المقابل



شكل 4 - 10

كيفية توليد التيار المتردد ثلاثي الأوجه :

يمكن توليد التيار المتردد الثلاثي الأوجه بوضع ثلاثة ملفات منفصلة عن بعضها بحيث تكون الزأوية بين كل ملف والآخر 120° درجة كهربية تدور بين أقطاب مغناطيسية فيتولد فيها ثلاثة جهود مستحثة تتبع المنحنى الجيبي ولكن بينها زوايا 120° درجة كهربية



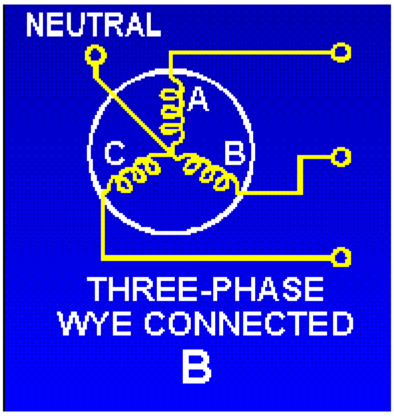
شكل 4 - 11

طرق توصيل الأوجه الثلاثة : هناك طريقتان لتوصيل الأوجه الثلاثة وهما :

1 – التوصيل النجمي :

حيث تجمع الثلاث نهايات معا في نقطة واحدة وتوصل البدايات الثلاث بالمنبع

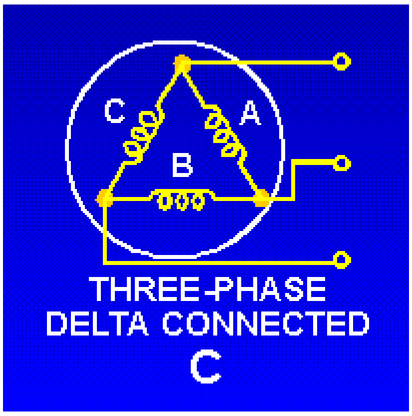
ويوضح الشكل طريقة التوصيل نجمة (ستار)



شكل 4 - 12

2 – التوصيل المثلثي :

حيث توصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثاني ونهاية الوجه الثاني مع بداية الوجه الثالث ونهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الأول ويوضح الشكل طريقة التوصيل دلتا (مثلث)



شكل 4 - 13

تركيب مولدات التيار المتردد

ملحوظة :

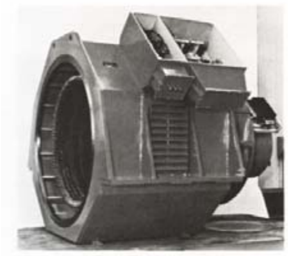
تركيب مولدات الوجه الواحد والثلاثاً أوجه لا يختلف إلا في عدد الملفات في عضو الاستنتاج

ويتركب مولد التيار المتردد بصفة عامة من عضوين أساسيين هما :

1 - العضو الثابت الذي غالبا ما يكون المنتج 2 - العضو الدائر ويكون الأقطاب المغناطيسية

1 – العضو الثابت Stator : ويتكون من :

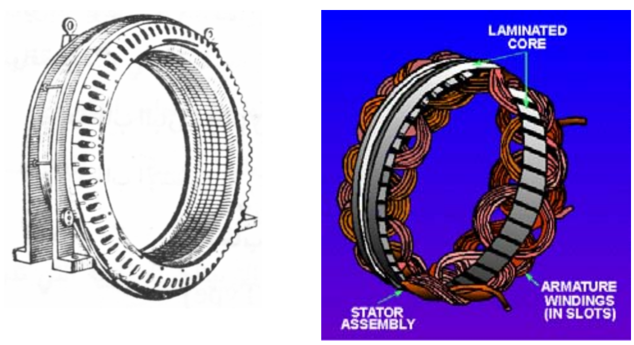
أ – الهيكل الخارجي : يصنع من حديد الزهر أو من ألواح الصلب الملحوم وفائدته حمل جسم (رقائق) عضو الاستنتاج والملفات وقد يستخدم في المولدات الصغيرة في تثبيت وحمل الكراسي كما توجد به فتحات للتهوية تستخدم في عملية تبريد المولد



شكل 4 - 14

ب – الرقائق الحديدية (جسم عضو الاستنتاج) :

تتكون من رقائق من الصلب السيليكوني بسمك يتراوح بين 0.35 – 0.6 سم على هيئة دوائر مفرغة من الداخل ومشقوق بمحيطها الداخلي مجاري لوضع الموصلات وتعزل هذه الرقائق عن بعضها بواسطة الورنيش أو الورق وذلك لتقليل مفاقيد التيارات الإعصارية والتعويق المغناطيسي ويعمل بهذه الرقائق فتحات تهوية وتتصل مجاري التهوية بالهيكل الخارجي وتثبت هذه الرقائق بالهيكل بواسطة تعاشيق غنفارية



شكل 4 - 15

ج – **الملفات النحاسية :** تصنع من أسلاك النحاس المعزولة عن بعضها بواسطة الورق أو القماش المشبع بالورنيش ويختلف عددها ومساحة مقطعها باختلاف قدرة وتصميم المولد وتوصل ملفات الوجه الواحد مع بعضها بحيث تكون ق د ك المتولدة في كل ملف تساعد ق د ك المتولدة في الملفات الآخرى لكل وجه ثم توصل أطراف المولد بالدائرة الخارجية وتشغل الملفات في المولدات الأحادية ثلثي عدد المجاري للوفر في النحاس واقتصادية التشغيل بينما تحتل ثلث عدد المجاري لكل وجه في المولدات الثلاثية الأوجه
ويتم وضع هذه الملفات في مجاري العضو الثابت (المنتج) ويختلف شكل هذه المجاري حسب قدرة ونوع وتصميم المولد فمنها :المجاري المفتوحة - المجاري النصف مفتوحة - المجاري المغلقة



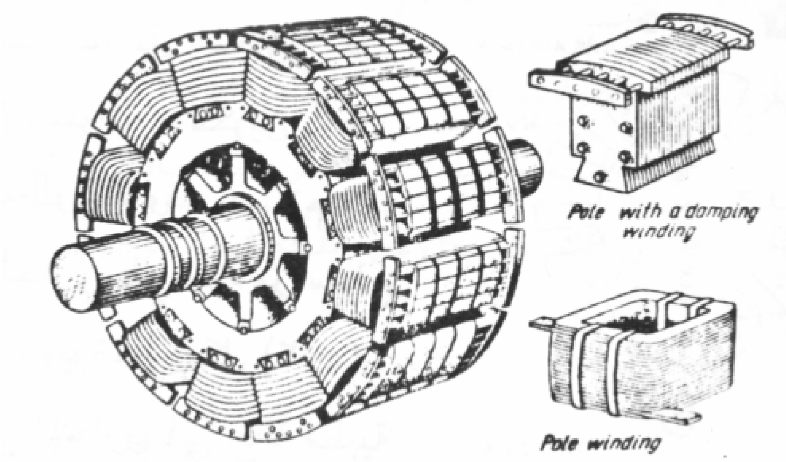
شكل 4 - 16

2– **العضو الدائر (الأقطاب)**: Rotor ويتقسم إلى نوعين :

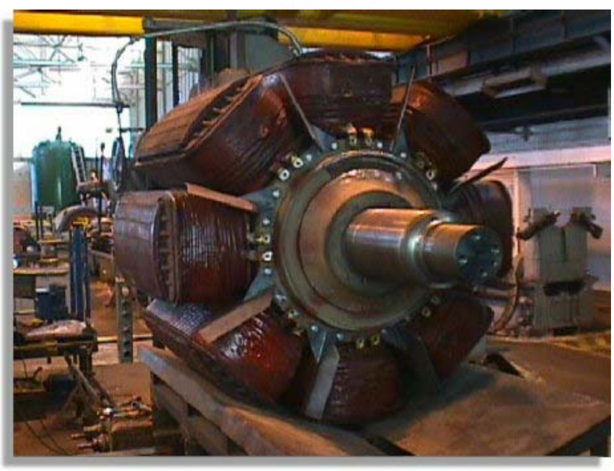
ا – العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة Salient Poles:

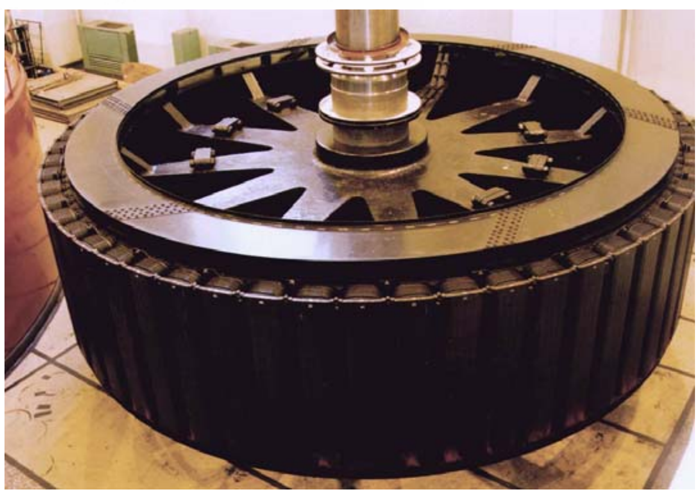
يتركب من اسطوانة (حذافة) من الصلب المسبوك تحمل على حافتها الخارجية الأقطاب البارزة التي تصنع من كتلة واحدة أو من مجموعة من الصفائح الحديدية المعزولة عن بعضها وبسمك 1 مم وتثبت مع بعضها بواسطة البرشام وتثبت الأقطاب مع الحذافة بواسطة مسمار قلأووظ أو وصلات غنفارية وتلف على القلب الحديدي للأقطاب ملفات نحاسية على هيئة بكرات معزولة بالقماش والورنيش حيث تغذى بالتيار المستمر تغذية متعاقبة لكي تنتج قطبا شمالياً ثم جنوبياً وهكذا

ويستخدم هذا النوع في المولدات ذات السرعة البطيئة والمتوسطة والتي تدار بواسطة التوربينات المائية أو الديزل في بعض الأحيان وغالبا ما يكون محور إدارتها رأسيا وعلى ذلك يكون عدد الأقطاب زوجيا كبيرا وقطره كبيرا وطوله المحوري صغيرا



Salient-pole field structure



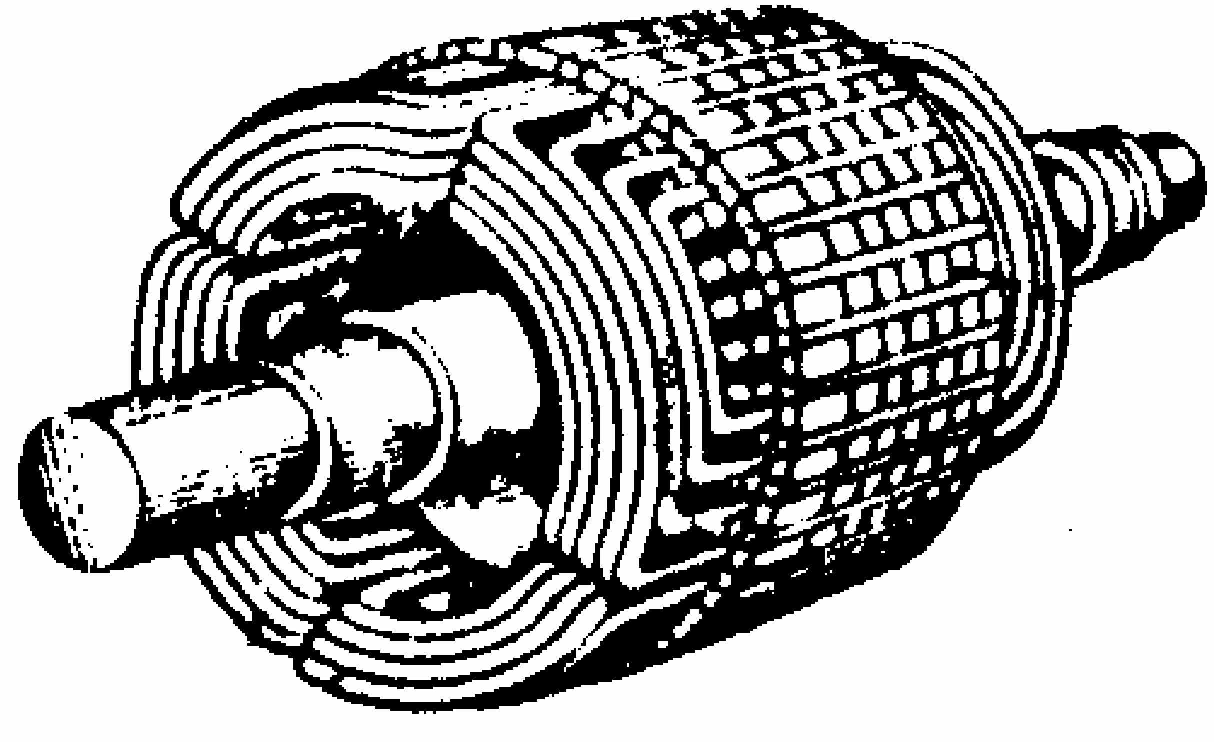


شكل 4 - 17

ب – العضو الدائر ذو الأقطاب غير البارزة (الغاطسة) Cylindrical :

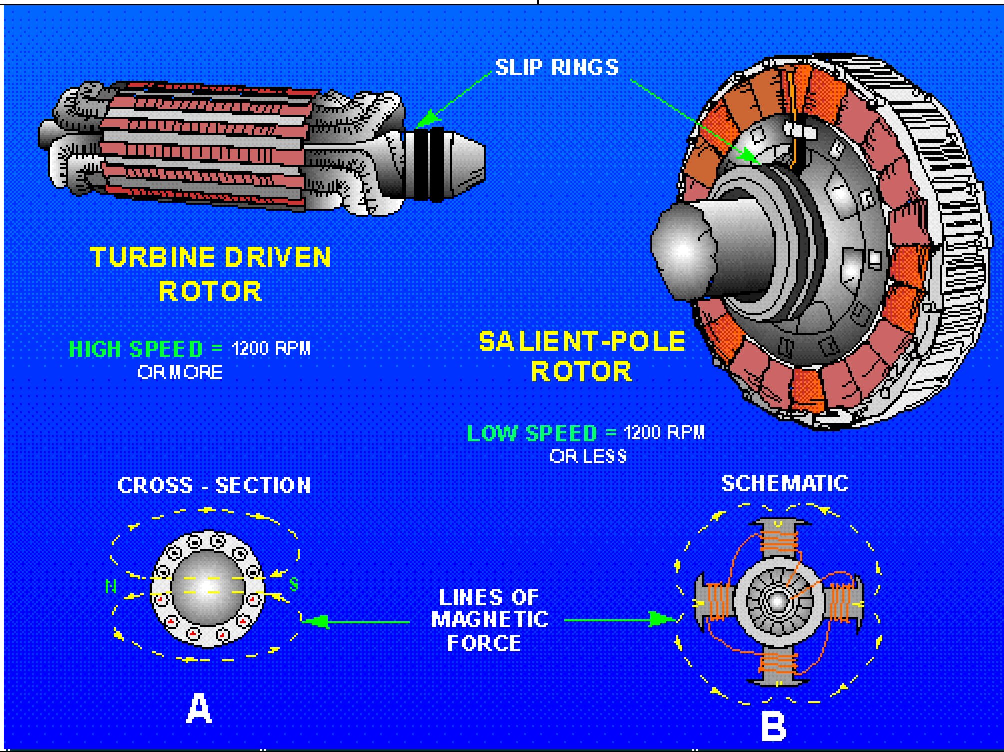
يصنع من صفائح حديدية معزولة على هيئة دوائر تجمع مع بعضها ويعمل بمحيطها الخارجي مجار ويترك بعضها بدون مجاري وهذه الأجزاء تكون سطح الأقطاب وتوضع الملفات في المجاري معزولة وتثبت الملفات في أماكنها بواسطة خوابير من الصلب أو البرونز لمنعها من الخروج بفعل القوة الطاردة المركزية وتعمل عدة فتحات أسفل المجار لتهوية العضو الدائر

ويستعمل العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة لمولدات الجهد العإلى ذات السرعات العإلىة والتي تدار بواسطة التوربينات الغازية أو البخارية وهذا السبب لا يزيد عدد أقطابها عن ستة أقطاب وعليه يكون قطر الآلة صغيرا وطولها المحوري كبيرا



شكل 4 - 18

مقارنة بين المولد ذي العضو الدائر ذي الأقطاب البارزة والأقطاب الغاطسة

مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب بارزة	مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب غاطسة
	
يستخدم في السرعات البطيئة	يستخدم في السرعات العالية
الآلة المحركة التوربينات المائية	الآلة المحركة التوربينات البخارية
يحدث صفير مزعج أثناء تشغيله	لا يحدث عنه صفير أثناء التشغيل
عدم انتظام الثغرة الهوائية	انتظام الثغرة الهوائية
التهوية غير منتظمة	التهوية منتظمة
غير متزن ديناميكيا	متزن ديناميكيا
طوله المحوري قصير وقطره كبير	طوله المحوري طويل وقطره قصير

3 – ملفات الإخماد :

توضع في مجار بأحذية الأقطاب ثم تقصر من الطرفين مكونة قفص سنجاب وفائدتها :

أ – تلاشي تأثير رد فعل عضو الاستنتاج

ب – إخماد الاهتزازات التي تؤثر على سرعة التزامن في المولدات

ج – تستخدم كعضو دائر قفص سنجاب اللازم لبدء حركة المحرك التوافقي في حالة استخدام الآلة كمحرك

تغذية أقطاب مولدات التيار المتغير :

تتغذى أقطاب مولدات التيار المتغير بالتيار المستمر لإنتاج مجال مغناطيسي ثابت حيث تغذى الأقطاب بالتوالي بحيث تعطي أقطاباً مغناطيسية متعاقبة وتغذى الأقطاب بإحدى الطريقتين:

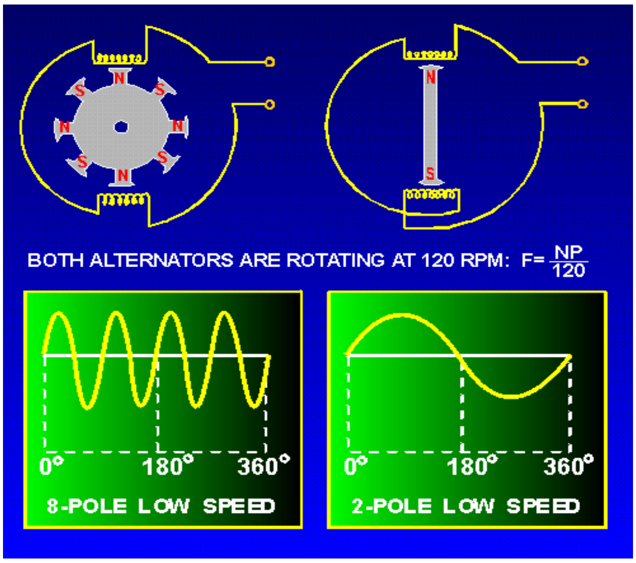
1 – التغذية الخارجية (المنفصلة) : حيث تغذى من بطارية خارجية أو من مولد تيار مستمر منفصل عن مولد التيار المتغير أو مركب معه على عمود الدوران

2 – التغذية الذاتية (النفسية) : حيث يتم أخذ جزء من التيار المتردد المتولد ثم يتم توحيده ليغذي الأقطاب

العلاقة بين التردد وعدد الأقطاب والسرعة :

عدد الأقطاب يتناسب تناسباً عكسيا مع سرعة المولد أي كلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة والعكس والتردد يتناسب طردياً مع سرعة المولد أي كلما زادت السرعة زاد التردد

$F = P\,N/120$ حيث F = التردد ، P = عدد الأقطاب ، N = سرعة الدوران



شكل 4 - 19

العوامل التي تتوقف عليها قيمة القوة الدافعة الكهربية :

1 – طول الموصل

2 – التردد

3 – كثافة المجال المغناطيسي

4 – عدد الأقطاب

5 – نوع الحمل (مادي - حثي - سعوي)

المفاقيد في مولدات التيار المتغير

تنقسم إلى مفاقيد حديدية ومفاقيد نحاسية

1 – المفاقيد الحديدية : تتكون من المفاقيد المغناطيسية ومفاقيد التيارات الإعصارية

2 – المفاقيد النحاسية : تتكون من مفاقيد العضو الثابت والعضو الدائر نتيجة لمرور التيار في الموصلات النحاسية لهما

3 – المفاقيد الميكانيكية : نتيجة الاحتكاك بين الأجزاء الدوارة بعضها ببعض وبين الهواء

تأثير المفاقيد على المولدات التوافقية

1 – تؤثر على جودة الآلات

2 – تتحول المفاقيد إلى حرارة غير مرغوب فيها حيث إنها تؤثر على :

أ – متانة العزل بين الملفات مما تسبب في انهيارها وحدوث قصر بها

ب – رفع قيمة مقأومة الموصلات مما يؤثر على التنظيم في الآلة

ج – تقليل كفاءة الآلة بصفة عامة

التهوية في المولدات

تتوقف على قدرة المولد ومدى الفقد في الطاقة الكهربية به وتنقسم التهوية تبعا للقدرة إلى :

1 – **المولدات ذات القدرة الصغيرة :** تعتمد على التهوية الطبيعية نتيجة حركة العضو الدائر وتحريك الهواء به مما يسهل من إشعاع الحرارة في الجو المحيط بها

2 – المولدات ذات القدرات المتوسطة : تعتمد التهوية على الدفع الجبري للهواء داخل المولد بواسطة ترطيب مروحة على محور الدوران تدفع الهواء خلال فتحات التهوية برقائق العضو الدائر والثابت

3 – المولدات ذات القدرات الكبيرة : تستخدم وسائط في دوائر مقفلة مثل الأيدروجين السائل حيث يمتص الحرارة بسرعة ويتخلص منها بسرعة

تشغيل المولدات معا بالتوازي

أسباب تشغيل المولدات على التوازي :

1 – زيادة السعة الكلية لمنظومة القدرة الكهربية

2 – إتاحة استمرارية الخدمة عند تعطل أحد المولدات

3 – عدم توفر المكان المناسب لتشغيل مولد كبير

مميزات توصل المولدات معا بالتوازي :

1- استمرارية التغذية للمستهلكين
2- زيادة كفاءة محطة التوليد
3- إمكانية عمل الصيانة الدورية
4- حرية المنأورة في مواجهة الأحمال المتغيرة

شروط توصيل مولدين على التوازي (شروط التوافق):

1- تسأوي تردد كلا المولدين ويتم التحكم في التردد بالتحكم في سرعة المولد
2- تسأوي الجهد لكلا المولدين ويتم التحكم في الجهد بالتحكم في تيار التغذية
3- توافق الوجه ويتم التأكد من ذلك بجهاز التوافق أو اللمبات المضيئة أو اللمبات المظلمة
4- تشابه تتابع الوجه ونتأكد من ذلك بواسطة جهاز التتابع

كيفية إجراء عملية التزامن

طرق التزامن

1 – التزامن الدوي : ويستخدم في ذلك جهاز التوافق (السينكرونسكوب) وكذلك اللمبات لتحديد الاختلاف الوجهي بين المولد الداخل وقضبان التزامن العمومية BAS bar وهناك ثلاث توصيلات للمبات المستخدمة في التزامن وهي :

أ – التزامن عند إعتام اللمبات

ب – التزامن عند إضاءة اللمبات

ج – التزامن عند انطفاء لمبة وإضاءة لمبتين

2 – ريلاي اختبار التزامن Sync – check rely :

يقوم ريلاي اختبار التزامن بدون خوف من إحداث تلف للمولد حيث تتغير حالة الريش الإضافية للريلاي عندما يكون مستوى الجهد والتردد والاختلاف الوجهي في حدود التزامن

3 – التزامن الأوتوماتيكي Auto – Synchronizer

من عيوب التزامن اليدوي إنه يحتاج لمشغلين مهرة لأن الإخفاق المشغل بضبط السرعة والجهد لن يستطيع الوصول لحالة التزامن

وحتى يمكن الاستغناء عن المشغل الماهر يستخدم جهاز التوافق الأوتوماتيكي والذي يراقب كلاً من الجهد والتردد والاتفاق الوجهي فإذا كانت قيم هذه المتغيرات خارج نطاق الحدود المطلوبة فإنه يرسل إشارات تحكم لأجهزة التحكم في هذه المتغيرات للوصول بها إلى الحدود المطلوبة لإتمام عملية التزامن

والأشكال الآتية توضح نماذج عملية لهذه الأجهزة



شكل 4 - 20

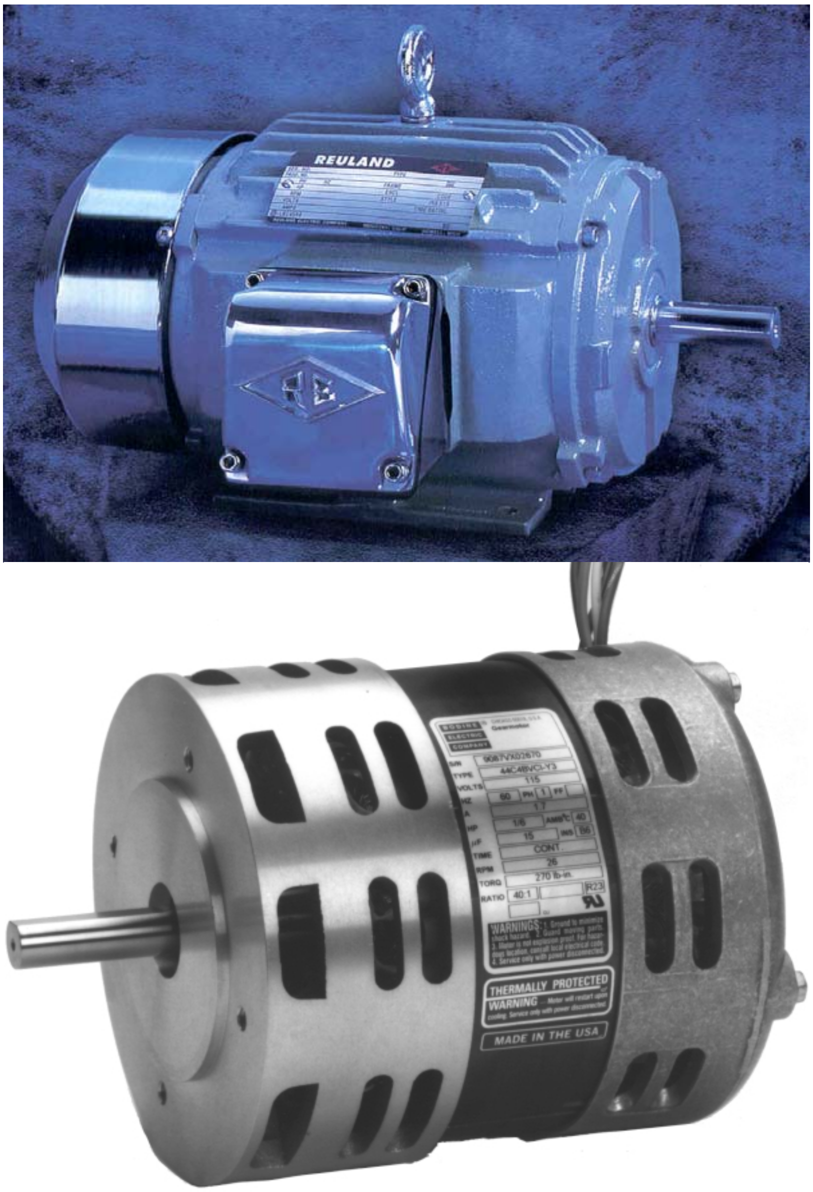
محركات التيار المتغير

تعريف المحرك الكهربائي :

المحرك الكهربي هو آلة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية)

ويعتمد تشغيل المحرك الكهربي على الحقيقة التي تقول أن هناك قوة تنشأ على أي موصل حامل لتيار كهربائي إذا تواجد في مجال مغناطيسي متقاطع معه

وتنقسم محركات التيار المتغير إلى عدة أنواع فمنها ما يعمل على التيار المتردد أحادي الوجه ومنها ما يعمل على التيار ثلاثي الوجه



شكل 4 - 21

أنواع المحركات الكهربائية

المحركات الكهربائية	المحركات التواقتية	محرك الوجه الواحد	
		المحرك التواقتي الثلاثي الأوجه	
	المحركات اللاتواقتية	المحركات الاستنتاجية	ثلاثية الأوجه
			أحادية الوجه
		محركات ذات عضو توحيد	المحرك العام
			المحرك التنافري
		محركات خطية	ذو ثغرة مسطحة
			ذو ثغرة أنبوبية

المحركات الاستنتاجية

وتنقسم إلى محركات استنتاجيه ثلاثية الأوجه ومحركات استنتاجية أحادية الأوجه

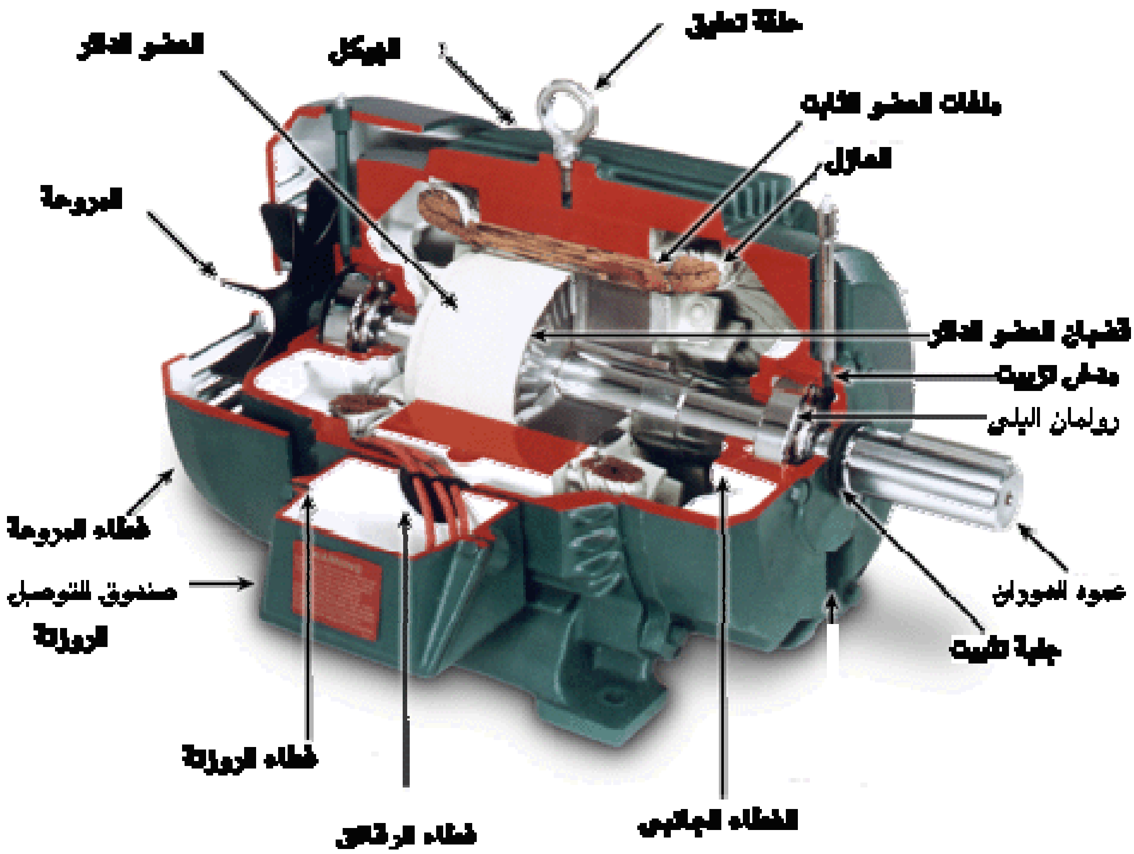
أولا : المحركات الأستنتاجية أحادية الوجه :

وتنقسم إلى : محرك ذي وجه مشطور - محرك ذي مكثف (بدء – تشغيل) – محرك ذي قطب مظلل

1 - المحرك ذو الوجه المشطور

هو أحد محركات التيار المتغير ذات القدرة الكسرية

ولا يختلف تركيبه عن المحرك الثلاثي الأوجه إلا في عدد الملفات وطريقة توصيلها



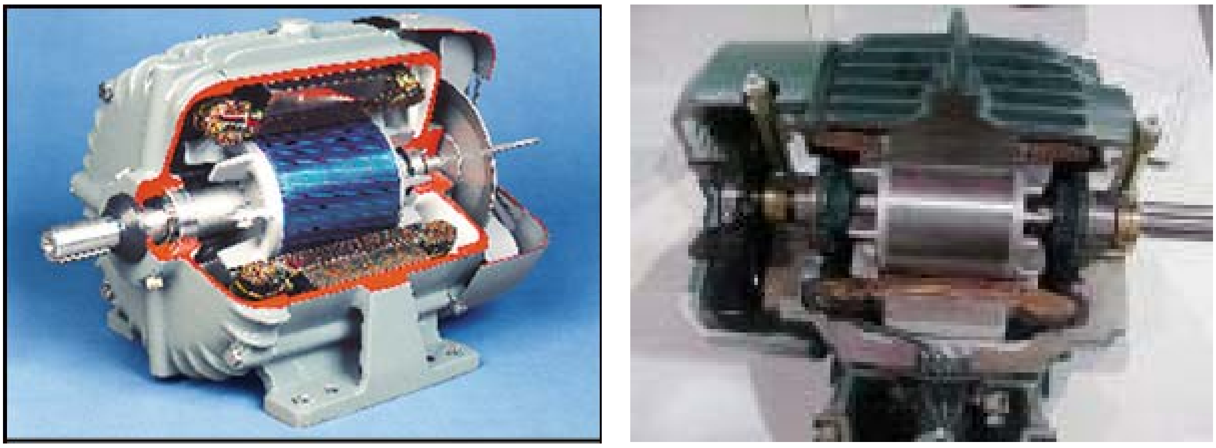
شكل 4 - 22

استعمالات المحرك ذي الوجه المشطور :

يستعمل في الأحمال ذات القدرة الكسرية من الحصان فيستعمل لتشغيل بعض الأجهزة مثل الغسالات والمضخات الصغيرة ومواقد الزيت و المضخات الصغيرة

التركيب : يتركب من أربعة أجزاء أساسية هي :

العضو الثابت – العضو الدائر- الغطاءان الجانبيان – مفتاح الطرد المركزي



شكل 4 - 23

1 – العضو الثابت Stator ويتركب من :

أ – **الهيكل الخارجي** ويصنع من الزهر أو الألمونيوم وفائدته حمل قلب العضو الثابت والملفات

ب- **القلب الحديدي Iron Core** يصنع من صفائح الصلب السيليكوني ويجمع العدد المطلوب منها مع بعضها وتشكل هذه الصفائح على شكل دوار موجود بسطحها الداخلي مجار لوضع الملفات

ج- **ملفات العضو الثابت Winding** تصنع من النحاس وغالبا على شكل سداسي وتكون الأسلاك دائرية المقطع في المحركات صغيرة القدرة وتكون ذات زوايا مستقيمة في المحركات كبيرة القدرة تنقسم إلى نوعين من الملفات ملفات التشغيل وتشغل ثلثي مجاري العضو الثابت وتصنع من سلك سميك وتوصل بالتيار طوال فترة التشغيل وملفات البدء التي تشغل ثلث المجاري وتصنع من سلك رفيع وتوصل بالتيار في لحظة البدء لتساعد في تكوين المجال الدائر ثم تفصل عن التيار عندما يصل المحرك إلى 75٪ من سرعته المقننة

			
الرقائق مع الملفات	الهيكل الخارجي	رقائق العضو الثابت	ملفات العضو الثابت
شكل 4 - 24			

2 – **العضو الدائر** Rotor

: وهو من نوع القفص سنجاب SQUIRREL CAGE ويتركب من :

أ - محور الدوران

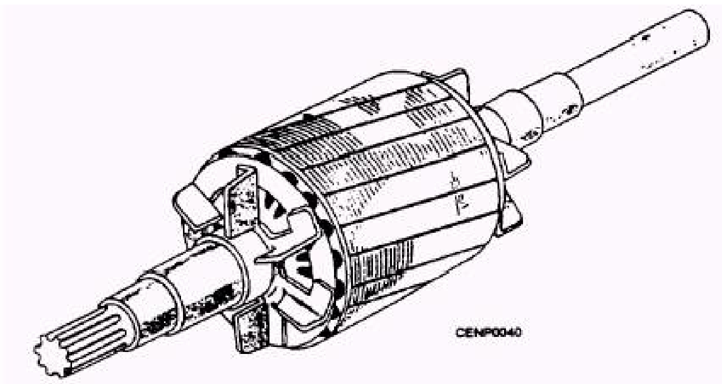
ويصنع من الصلب وتجمع عليه رقائق العضو الدائر

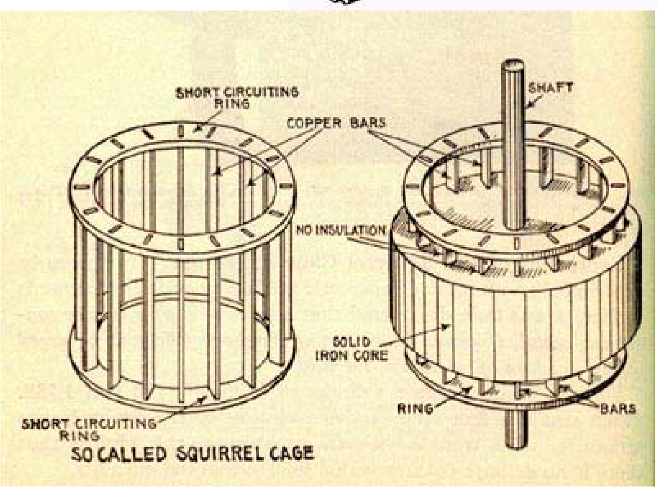
ب- الرقائق

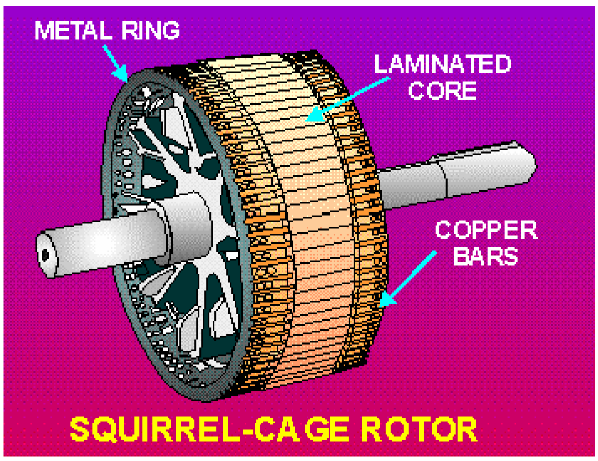
تصنع من مواد ذات خواص كهربية عالية الجودة مثل الصلب السيليكوني

ج- ملفات القفص السنجابي

وفيه تصنع الرقائق من صفائح الصلب السيليكوني لتقليل مفاقيد التخلف المغناطيسي والمعزولة عن بعضها بمادة الورنيش لتقليل مفاقيد التيارات الإعصارية وتعمل بها ثقوب دائرية توضع فيها أسياخ من النحاس أو الألمنيوم وتقصر أطرافها من كلا الطرفين بواسطة حلقتين من نفس المعدن وبهذا يعتبر مقصورا على نفسه وهكذا يشبه الشكل المكون من الموصلات لأن جهد العضو الدوار يكون صغيرا عند التشغيل العادي للآلة وأن مقأومة خطوط سريان التيار الممكنة على التوازي مع الموصلات عإلية جدا نتيجة للورنيش الموجود على أسطح الصفائح







شكل 4 - 25

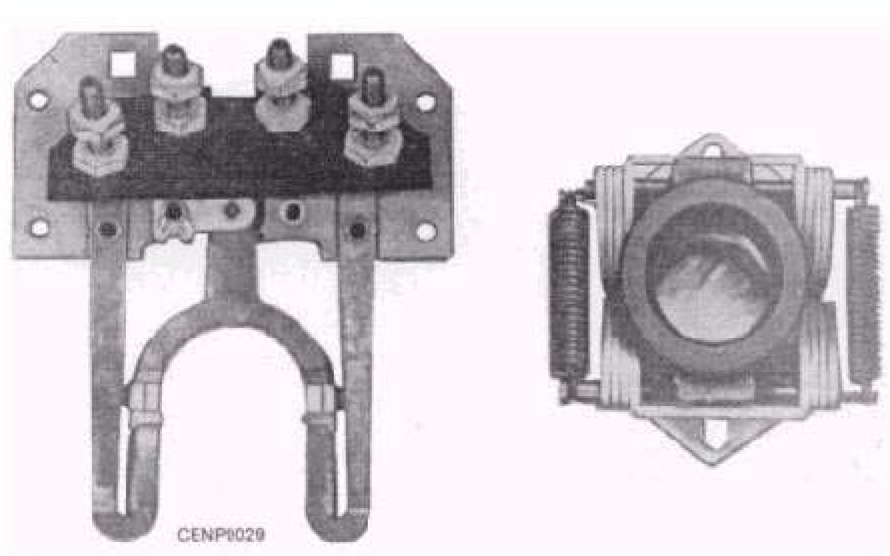
3 – الغطاءان الجانبيان:

يربط الغطاءان الجانبيان مع العضو الثابت بواسطة مسامير محورية أو مسامير بصواميل ومهمتها الرئيس حمل العضو الدائر في وضع معين بالنسبة للعضو الثابت ويرتكز كل طرف من طرفي العضو الدائر في كرسي بلي (أو جلبة) موجود في تجويف خاص به في أحد الغطاءين الجانبيين وبذلك يصبح ثقل العضو الدائر كله محملا على هذين الكرسيين وعندما تحدث حركة الدوران لا يحتك العضو الدائر بالعضو الثابت

مفتاح الطرد المركزي :

موجود بداخل المحرك ومهمته فصل ملفات البدء عندما يصل العضو الدائر إلى 75٪ من سرعته ويتكون النوع المألوف منه من جزأين الجزء الساكن ويثبت على الغطاء الجانبي الأمامي للمحرك وبه نقطتا تلامس الجزء الدائر ويوجد على العضو الدائر

وطريقة عمله عندما يكون المحرك ساكنا فإن طرفي التلامس على الجزء الساكن من المفتاح يظلان متلامسين بفعل الضغط الواقع عليهما من الجزء الذي يدور وعندما تصل السرعة إلى 75٪ من سرعة المحرك المقننة فإن الجزء الذي يدور يكون قد رفع ضغطه عن طرفي التلامس تاركا لها حرية الانفصال وبذلك تفصل ملفات البدء

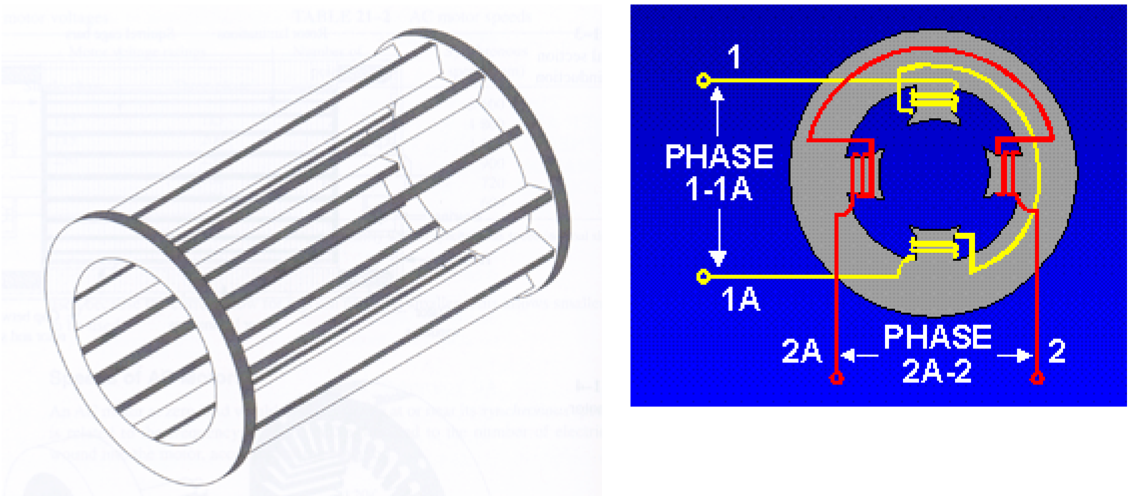


شكل 4 - 26

طريقة تشغيل المحرك ذي الوجه المشطور

توجد في المحرك ثلاث وحدات مستقلة من الملفات وهي :

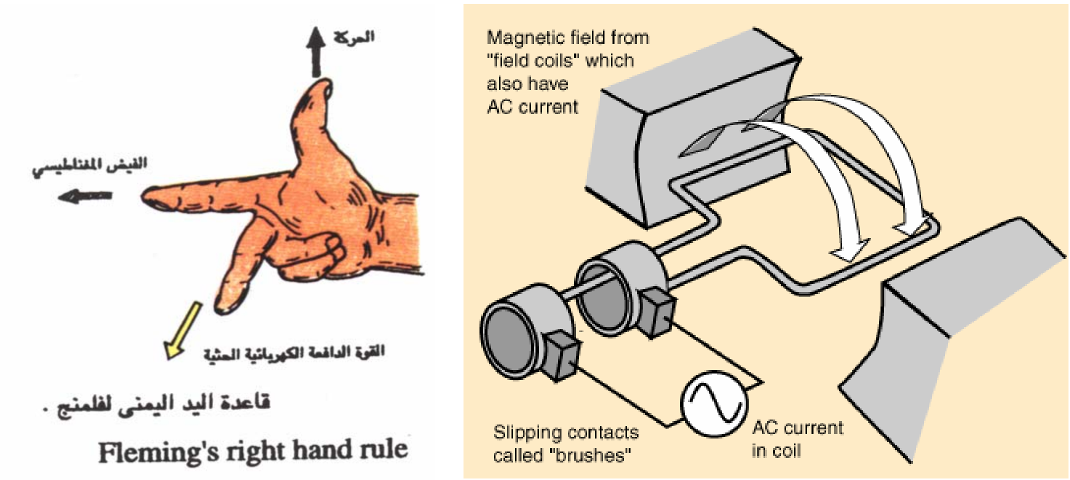
ملفات العضو الدائر – ملفات البدء – ملفات التشغيل



شكل 4 - 27

عند البدء يتولد مجال مغناطيسي داخل المحرك نتيجة لمرور التيار الكهربي في كل من ملفات البدء وملفات التشغيل هذا المجال يدور فيولد تياراً بالتأثير في ملفات العضو الدائر التي تنتج بدورها مجالاً آخر ثم يتآلف المجالان المغناطيسيان بطريقة تؤدي إلى دوران المحرك

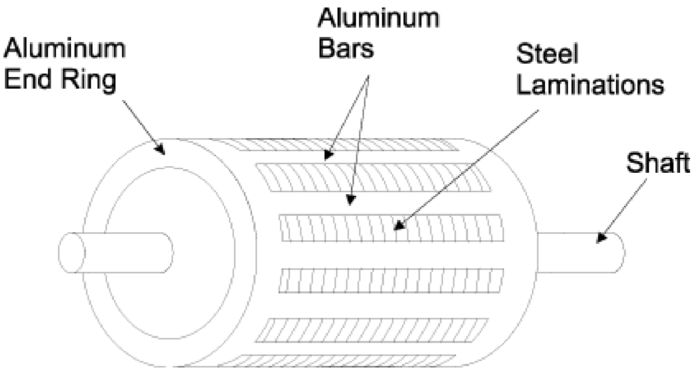
وبذلك فإن ملفات البدء لازمة عند بدء التشغيل للمساعدة على توليد المجال المغناطيسي الدائر ثم تزول الحاجة إليها وتفصل من الدائرة بواسطة مفتاح الطرد المركزي وذلك عندما يدور المحرك بسرعته الكاملة ويتحدد اتجاه الدوران وفقا لقاعدة فلمنج لليد اليمنى كما بالشكل



شكل 4 - 28

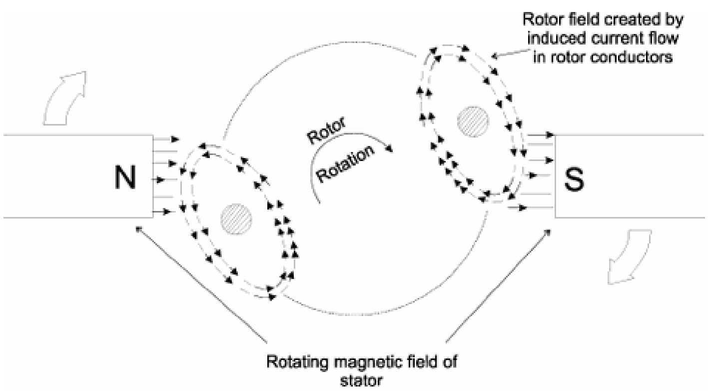
كيفية إحداث الحركة للعضو الدائر للمحرك

عندما يدور المجال المغناطيسي داخل العضو الثابت فإنه يقطع قضبان العضو الدائر المصنوعة من الألمونيوم والموضحة بالشكل المقابل



شكل 4 - 29

ونتيجة للقطع بين المجال المغناطيسي الدائر وموصلات العضو الدائر فإنه يستنتج بموصلات العضو الدائر تيارات تأثيرية تتسبب في إنتاج مجال مغناطيسي يدور حول الموصلات وهذا المجال يتشابك مع مجال العضو الثابت وينتج عزم الدوران فيدور العضو الدائر للمحرك كما هو موضح بالشكل

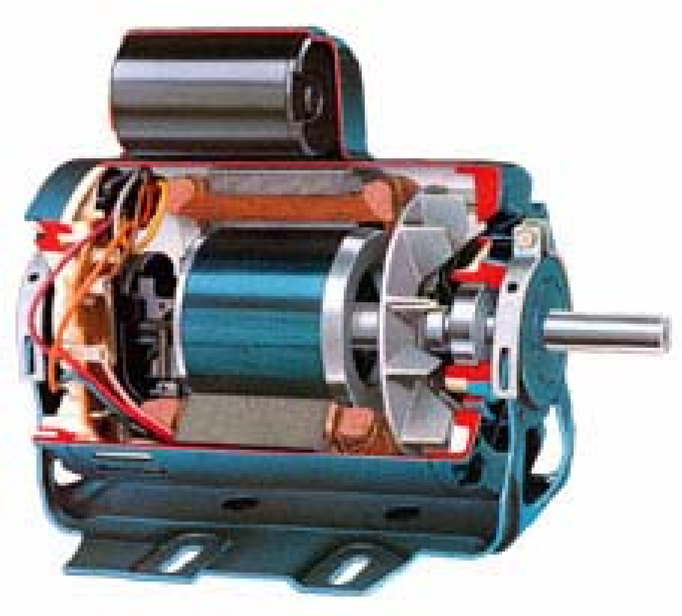


شكل 4 - 30

عكس اتجاه الدوران في المحرك ذي الوجه المشطور :

يمكن تغير اتجاه الدوران المحرك ذا الوجه المشطور بعكس توصيل الأطراف في أي من ملفات الحركة أو ملفات البدء

2 - المحرك ذو المكثف





شكل 4 - 31

يشتغل المحرك ذو المكثف بالتيار المتردد وهو يصنع بأحجام تترأوح من 20/1 من الحصان إلى 10 أحصنة ويستعمل على نطاق واسع لإدارة أجهزة تكييف الهواء والمكابس وآلات الغسيل

التركيب : يشبه في تركيبه المحرك ذا الوجه المشطور إلا أن به وحدة إضافية يطلق عليها اسم المكثف وتوصل بالتوإلى مع ملفات البدء ويكون المكثف عادة مثبتا بأعلى المحرك وقد يركب في أمكنه آخرى خارج أو داخل غلاف المحرك ويعطي المحرك ذو المكثف عزم دوران عند بدء التشغيل أكبر من ذلك الذي يعطيه محرك الوجه المشطور مع أنه يستهلك تياراً أصغر مما يستهلكه المحرك ذو الوجه المشطور

المكثف : هو وحدة لتخزين الشحنات الكهربائية وتختلف المكثفات فقط في تركيبها. منها المكثف الورقي والمكثف الزيتي والمكثف الالكتروليتي وتعرف قدرة المكثف على التخزين بسعة المكثف وتقاس بالفاراد وقد يفقد المكثف خواصه نتيجة لكثرة الاستعمال أو للسخونة الذائدة وعندئذ يجب استبداله بآخر له نفس السعة تقريبا

ويستعمل المكثف في بعض المحركات للمساعدة على بدء الحركة ويطلق على المحرك في هذه الحالة المحرك مكثف البدء وفي أنواع آخرى من المحركات تستعمل المكثف أثناء البدء ثم تظل في الدائرة طوال فترة التشغيل ويسمى المحرك هنا المحرك ذو مكثف البدء والحركة

المحرك ذو مكثف البدء

التركيب : مثل المحرك ذي الوجه المشطور ولكن مع زيادة المكثف ويتركب من :

1- العضو الثابت (هيكل خارجي – رقائق العضو الثابت – ملفات العضو الثابت)

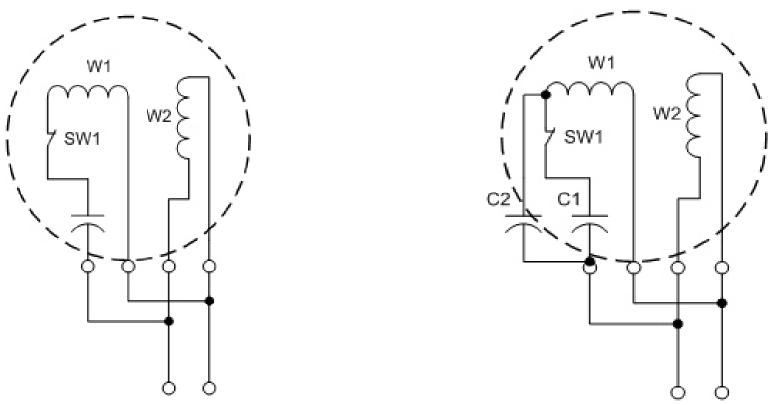
2- العضو الدائر (محور الدوران – رقائق العضو الدائر – ملفات (أسياخ) العضو الدائر)

3- الغطاءان الجانبيان 4- مفتاح الطرد المركزي 5 - المكثف

نظرية التشغيل : لكي يتولد عزم دوران ابتدائي في المحرك ذي مكثف البدء ينبغي تكوين مجال مغناطيسي دائر بداخل المحرك ولكي يتم ذلك توضع ملفات البدء مرحلة عن ملفات التشغيل بزأوية كهربية مقدارها 90 درجة كهربية ويستعمل المكثف لكي يساعد التيار في ملفات البدء على الوصول إلى أقصى قيمة قبل أن يصل التيار في ملفات التشغيل وينتج عن هذه الحالة مجال مغناطيسي دائر في دائرة العضو الثابت ويعمل هذا المجال على إنتاج تيار كهربائي بالتأثير في دائرة العضو الدائر فيتولد مجال مغناطيسي في العضو الدائر يتفاعل مع المجال الدائر للعضو الثابت وينتج عزم الدوران فيدور المحرك وعندما تصل السرعة إلى 75٪ من سرعة المحرك الأساسية يقوم مفتاح الطرد المركزي بفصل ملفات البدء والمكثف عن التيار

محرك ذو مكثف البدء ومكثف الحركة

ولتحسين أداء المحرك وزيادة قدرته وتحسين معامل قدرته يستخدم مكثف آخر في دائرة ملفات التشغيل حيث يوصل بالتوازي مع مكثف البدء ومفتاح الطرد المركزي ويسمى المحرك في هذه الحالة بالمحرك الاستنتاجي ذي مكثف البدء ومكثف التشغيل



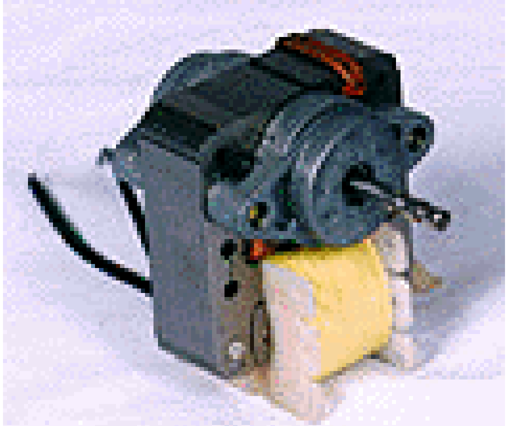
محرك ذو مكثف البدء ومكثف الحركة   محرك ذو مكثف البدء

شكل 4 - 32

3 - المحرك ذو القطب المظلل

هو محرك تيار متردد ذو وجه واحد وتترأوح قدرته من 100/1 إلى 30/1 من الحصان تقريبا وهو يستخدم في الاستعمالات التي تحتاج إلى عزم دوران ابتدائي منخفض مثل المرأوح والهوايات

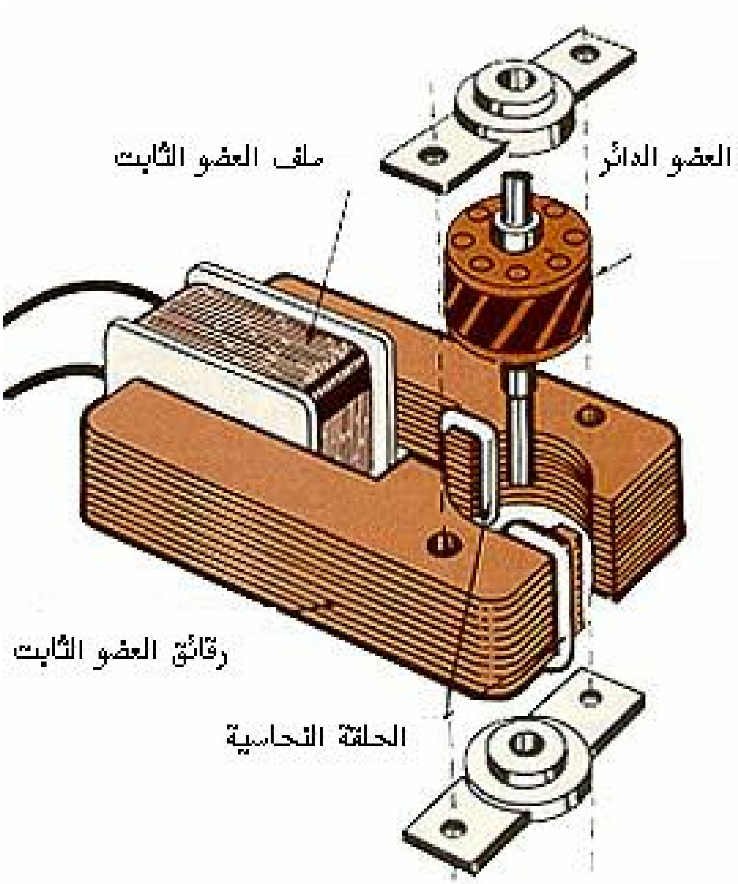




شكل 4 - 33

التركيب :

يتركب كما هو موضح بالشكل من الأجزاء التالية:



شكل 4 - 34

1- العضو الثابت :

يكون من النوع ذي الأقطاب البارزة عادة وهو يتكون من قلب من رقائق الحديد يحتوي على الأقطاب البارزة التي توضع عليها ملفات السلك ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من أحد الجانبين ويوضع فيه لفة واحدة من النحاس السميك يطلق عليها الملف المظلل ويحتوي كثير من المحركات ذات القطب المظلل على عضو ثابت ذي مجار توضع فيها الملفات كما هي الحال في محرك الوجه المشطور



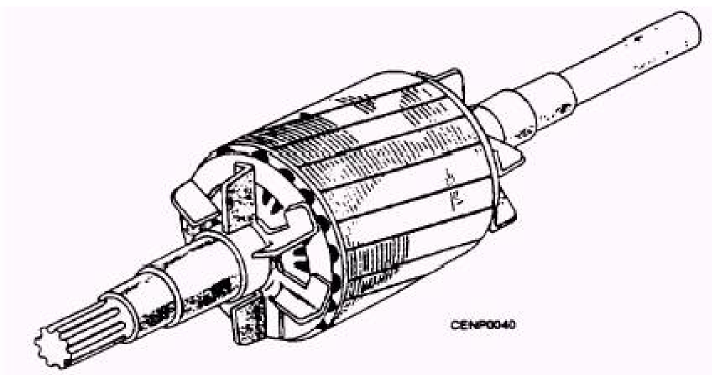
شكل 4 - 35

2 – العضو الدائر :

تحتوي جميع المحركات ذات القطب المظلل على عضو دائر من نوع قفص سنجاب

3 – الغطاءان الجانبيان : في كثير من هذه المحركات لا يمكن إلا رفع غطاء جانبي واحد أما الآخر فهو مبوب كجزء من الإطار ويزود الغطاءان الجانبيان إما بكراسي بلي أو بكرسيين ذوي جلبة

يحتوي المحرك ذو القطب المظلل العادي على أقطاب مجال بارزة توضع عليها الملفات



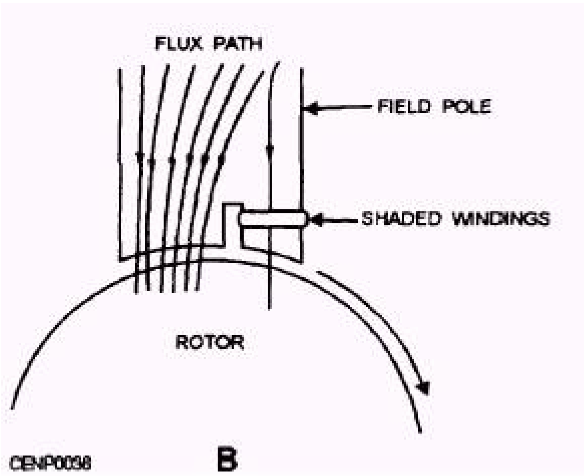
شكل 4 - 36

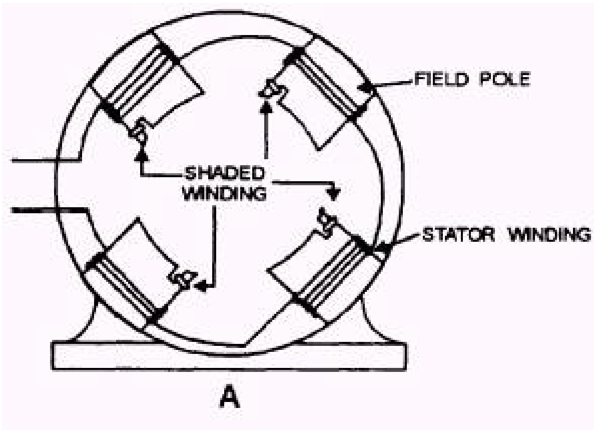
طريقة التشغيل :

تحتاج كل المحركات التأثيرية إلى ملفات مساعدة لتوليد عزم دوران ابتدائي في المحرك ففي المحرك ذو الوجه المشطور والمحرك ذي المكثف تستخدم ملفات بدء لهذا الغرض تكون موضوعة على زأوية قدرها 90 درجة كهربية من ملفات الحركة

ويحتاج المحرك ذي القطب المظلل أيضا إلى ملفات بدء ولكنها في هذه الحالة تتكون عادة من لفة واحدة مقفلة من النحاس السميك موضوعة على أحد الجانبين في كل قطب من أقطاب العضو الثابت

عند مرور تيار في ملفات الأقطاب ينشأ مجال مغناطيسي يقطع الحلقة النحاسية فيولد بها بالتأثير مجال مغناطيسي متخلف عن مجال الأقطاب وبهذا ينشأ مجال مغناطيسي دائر يكفي لإعطاء عزم دوران ابتدائي يدير العضو الدائر وعندما يصل المحرك إلى سرعته المعتادة يصبح تأثير الملفات المظللة مهملا (فهي إذن تقوم بعمل ملفات البدء)





شكل 4 - 37

عكس اتجاه الدوران في المحرك ذي القطب المظلل :

تتكون بعض محركات القطب المظلل بحيث يمكن عكس اتجاه دورانها بمجرد تغيير وضع المفتاح أما معظمها فلا يمكن عكس اتجاه الدوران فيها إلا بعد فك أجزائها ثم عكس وضع العضو الثابت من ناحية إلى ناحية آخرى ثم نعيد تجميع الأجزاء

ثانيا : المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه

مميزات المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه :

تختلف أحجام المحركات الثلاثية الوجه كثيرا وتترأوح قدرتها من كسور من الحصان إلى عدة آلاف من الأحصنة وهذه المحركات لها خاصية ثبوت السرعة إلى حد كبير كما أنها تصمم بحيث تختلف خواص عزم الدوران فبعض المحركات لها عزم دوران كبير والبعض الآخر لها عزم دوران منخفض وكذلك بعضها يسحب تياراً عالياً والبعض الآخر يسحب تياراً منخفضاً

استخدامات المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه :

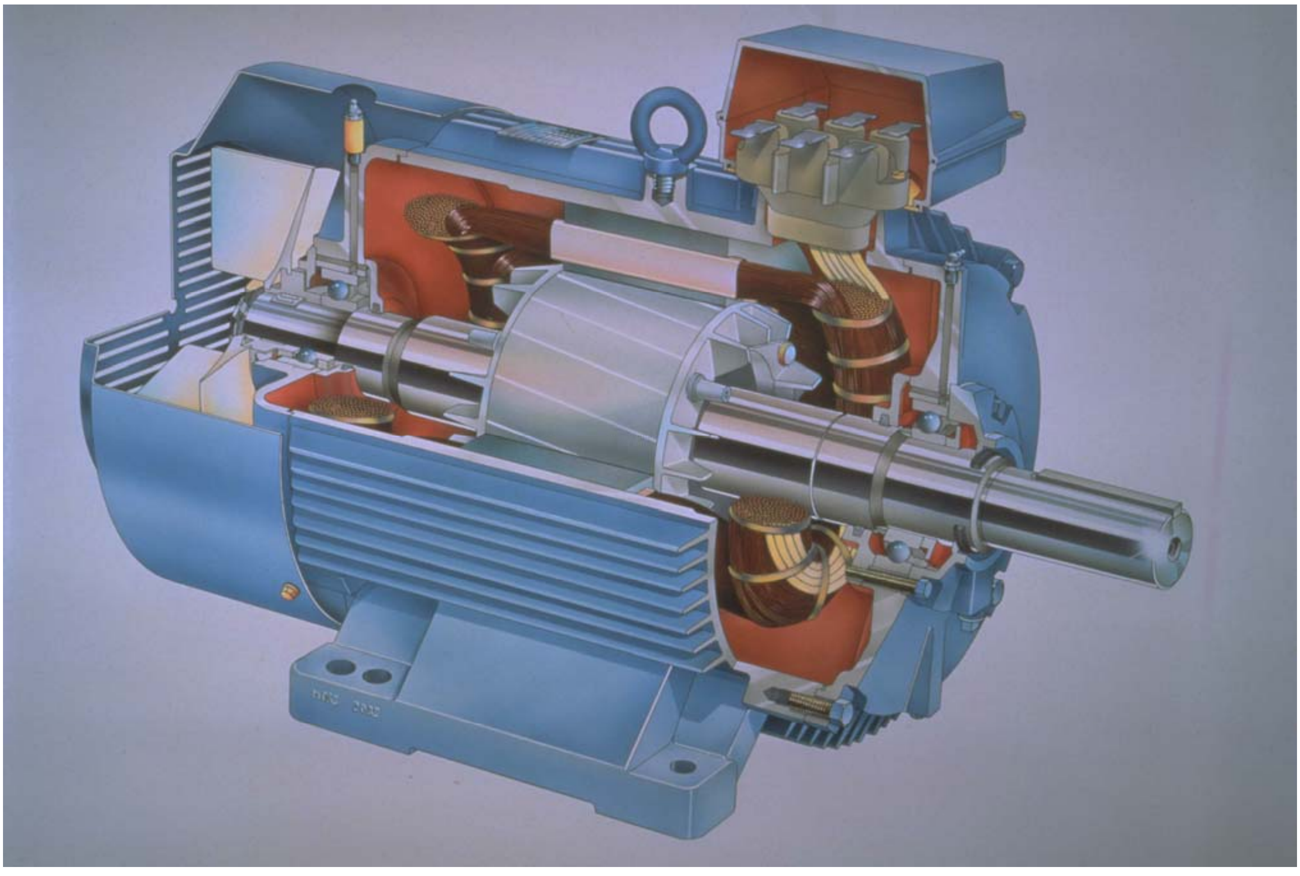
1 – المحركات ذات القفص سنجاب :

تستخدم في الأحمال التي تتطلب سرعة ثابتة مثل المخارط – الروافع – الطلمبات – إدارة المولدات

2 – المحركات ذات العضو الدائر الملفوف :

تستخدم في الأحمال التي تتطلب عزم بدء كبير مثل الأوناش – المصاعد – آلات الجر

تركيب المحرك الكهربائي الثلاثي الأوجه :



شكل 4 - 38

تشترك معظم المحركات الكهربائية في التركيب من حيث العضو الثابت والعضو الدائر

أولا :العضو الثابت ويتركب من : الهيكل الخارجي – رقائق العضو الثابت – ملفات العضو الثابت

1 - الهيكل الخارجي :

يصنع من الحديد الزهر أو المطاوع ولا يمر به أي مجال مغناطيسي

وفائدته : حمل الملفات - حمل المجال المغناطيسي



شكل 4 - 39

2 – رقائق العضو الثابت :

تصنع من صفائح الصلب السيليكوني (لتقليل مفاقيد التخلف المغناطيسي) والمعزولة عن بعضها بمادة الورنيش (لتقليل مفاقيد التيارات الإعصارية) وتشكل على شكل حلقة مشقوق بمحيطها الداخلي مجار لوضع الملفات وفائدة الرقائق : حمل الملفات - حمل المجال المغناطيسي



شكل 4 - 40

3 – ملفات العضو الثابت:

تصنع من النحاس المعزول بالورنيش وتثبت بالمجاري وتشكل بحيث تكون ثلاثية الأوجه





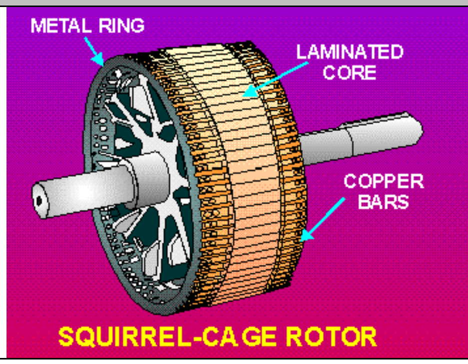
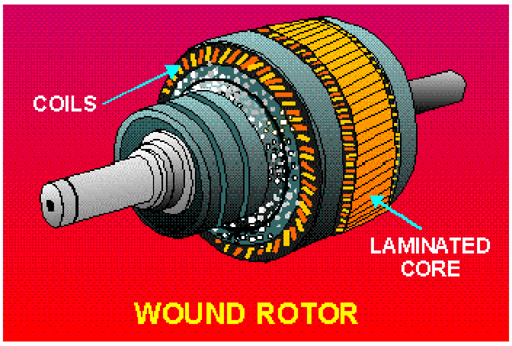
شكل 4 - 41

ثانيا العضو الدائر: ويتكون من : محور الدوران - رقائق العضو الدائر - ملفات العضو الدائر

1 – محور الدوران : يصنع من الصلب

2 – رقائق العضو الدائر: وينقسم العضو الدائر إلى نوعين هما : ذو قفص سنجاب والعضو الدائر الملفوف

مقارنة بين العضو الدائر ذي القفص سنجاب والعضو الدائر الملفوف

محرك ذو عضو دائر قفص سنجاب	محرك ذو عضو دائر ملفوف
	
تتكون من قطبان نحاسية سميكة مثبتة في مجار خاصة بها في القلب الحديدي ومتصلة من الطرفين بحلقتين من النحاس وفي كثير من الأحيان تصب ملفات العضو الدائر كلها كتلة واحدة من الألمونيوم النقي وذلك في المحركات التي تقل قدرتها عن 15kw	تصنع الرقائق من صفائح الصلب السيليكوني والمعزولة عن بعضها بمادة الورنيش وتشكل على شكل دوائر بحيث يحتوي سطحها على مجار طولية توضع بها الملفات وتوصل الملفات بالتوالي وتكون ثلاث مجموعات تكون موصلة نجمة أو دلتا وتنتهي بثلاث حلقات انزلاق معزولة
بسيط في التركيب	معقد في التركيب
يبدأ حركته بسهولة	يبدأ حركته بعملية معقدة
عزم بدء صغير	عزم البدء كبير
سرعته ثابتة	سرعته تتغير بتغير الحمل
جودته عالية	جودته منخفضة
أكثر استخداما	أقل استخداما
معامل قدرته مرتفع	معامل قدرته منخفض

ثالثا : الغطاءان الجانبيان :

يربط الغطاءان الجانبيان مع العضو الثابت بواسطة مسامير محورية أو مسامير بصواميل ومهمتهما الرئيس حمل العضو الدائر في وضع معين بالنسبة للعضو الثابت ويرتكز كل طرف من طرفي عمود الدوران في كرسي (بلي أو جلبة) موجود في تجويف خاص به في الغطاءين الجانبيين وبذلك تحث حركة دوران دون أن يحتك العضو الدوار بالعضو الثابت

طريقة توصيل ملفات العضو الثابت :

توصل ملفات كل وجه معا بالتوإلى وتوصل الأوجه مع بعضها إما نجمة أو دلتا :

1 – توصيلة النجمة :

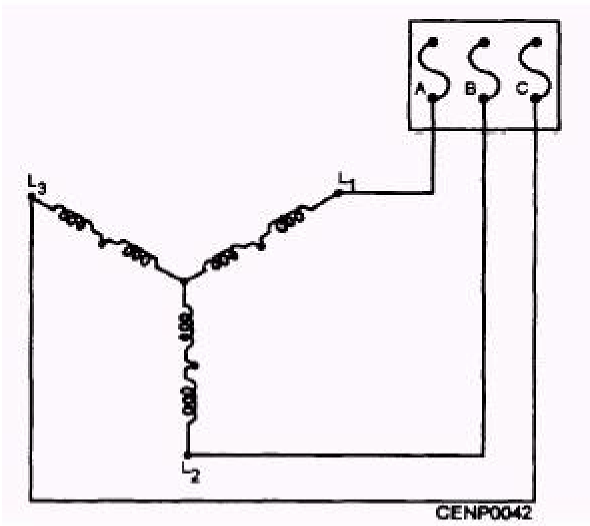
حيث تجمع الثلاث نهايات معا في نقطة واحدة وتوصل البدايات الثلاث بالمنبع

ويوضح الشكل المقابل طريقة التوصيل نجمة (ستار)

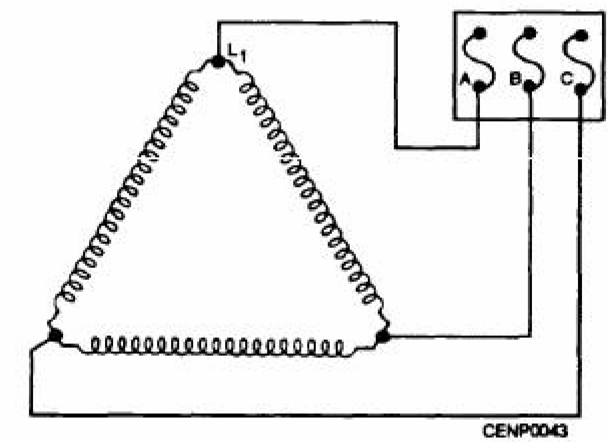
2 – توصيلة الدلتا :

حيث توصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثاني ونهاية الوجه الثاني مع بداية الوجه الثالث ونهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الأول

ويوضح الشكل المقابل طريقة التوصيل دلتا (مثلث)



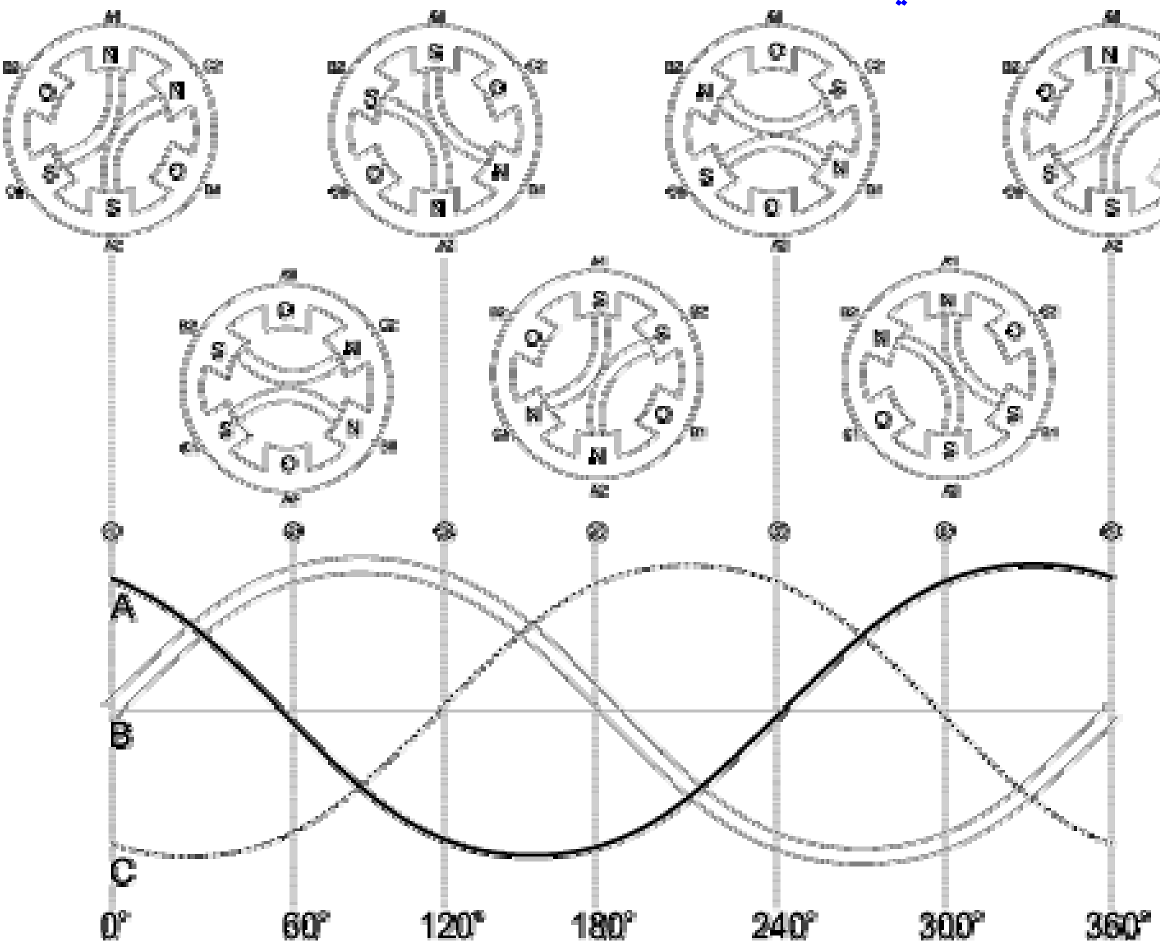
طريقة التوصيل نجمة (ستار)



طريقة التوصيل دلتا (مثلث)

شكل 4 - 42

كيفية إنتاج المجال الدائر الثلاثي الوجه



شكل 4 - 43

يوضح الشكل كيفية إنتاج المجال المغناطيسي الدائر

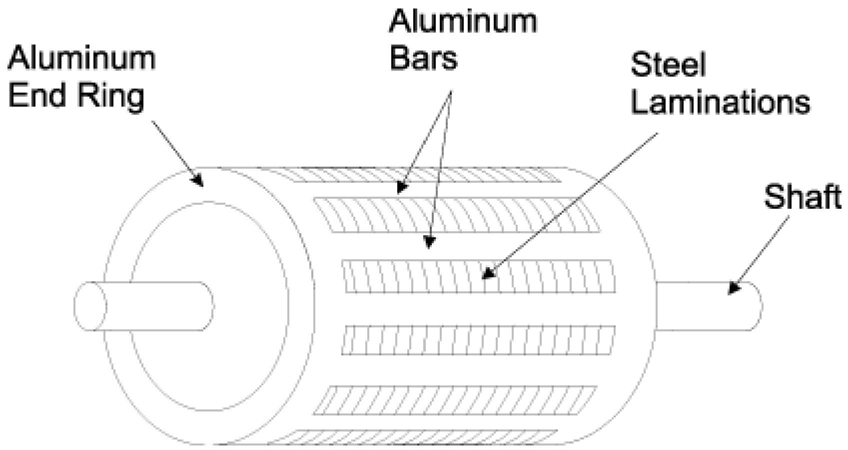
في الوقت رقم 1 يكون التيار في الوجه A موجبا وذلك يجعل القطب A–1 شمالياً والقطب A–2 جنوبياً وفي نفس الوقت يكون التيار في الوجه C سالباً وذلك يجعل القطب C–2 شمالياً والقطب C–1 جنوبياً ولا يمر تيار في الوجه B فلا يستنتج به أي مجال مغناطيسي

في الوقت رقم 2 فإن الوجه يزاح بمقدار 60° فيجعل التيار في الوجه B موجباً وذلك يجعل القطب B–1 شمإلى والقطب B– 2 جنوبياً و يكون التيار في الوجه C سالباً وذلك يجعل القطب C–2 شمإلى والقطب C–1 جنوبياً ولا يمر تيار في الوجه A فلا يستنتج به أي مجال مغناطيسي

أي إنه عندما حدثت إزاحة في الوجه للتيار كانت النتيجة أن القطب الشمإلى والجنوبي تحرك دائريا في العضو الثابت وهكذا نجد أنه مع كل إزاحة فإن الأقطاب المغناطيسية تدور داخل العضو الثابت ونخلص من ذلك أنه بتحرك التيار الكهربائي فإنه ينتج مجال مغناطيسي دائر داخل العضو الثابت

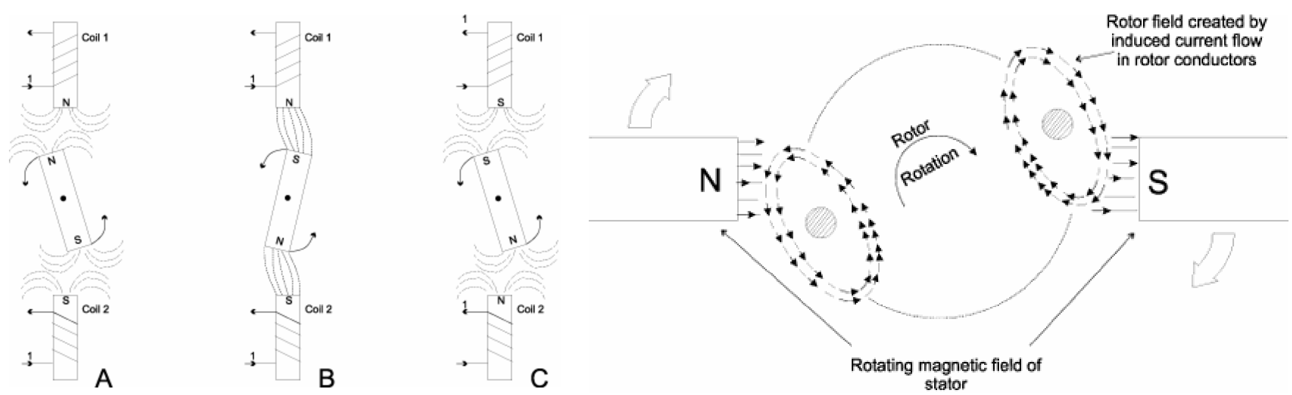
كيفية إحداث الحركة للعضو الدائر للمحرك :

عندما يدور المجال المغناطيسي داخل العضو الثابت فإنه يقطع قضبي العضو الدائر المصنوعة من الألمونيوم والموضحة بالشكل التالي



شكل 4 - 44

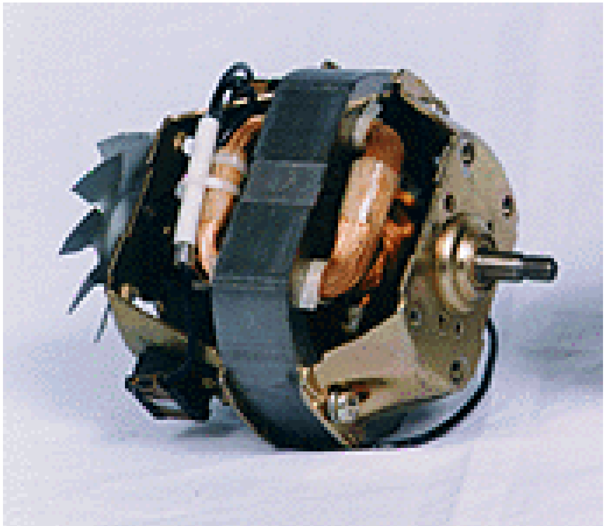
ونتيجة للقطع بين المجال المغناطيسي الدائر وموصلات العضو الدائر فإنه يستنتج بموصلات العضو الدائر تيارات تأثيرية تتسبب في إنتاج مجال مغناطيسي يدور حول الموصلات وهذا المجال يتشابك مع مجال العضو الثابت وينتج عزم الدوران فيدور العضو الدائر للمحرك كما هو موضح بالشكل

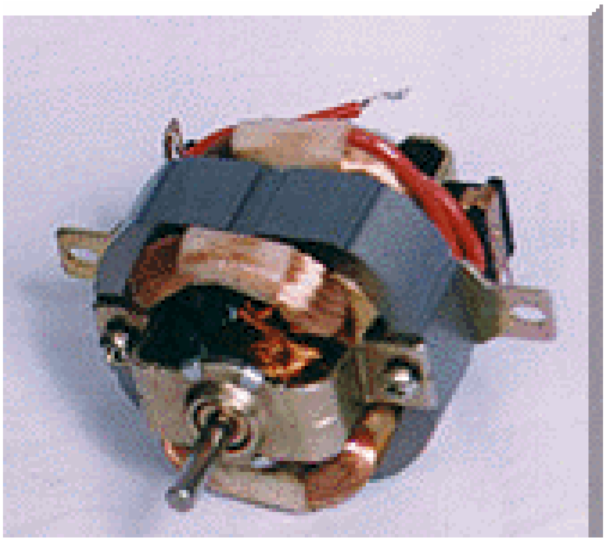


شكل 4 - 45

ثالثا: المحركات ذات عضو التوحيد (المحرك العام)

هو محرك يمكن تشغيله بالتيار المتغير أو بتيار مستمر بنفس السرعة تقريبا ويشيع استعمال المحركات ذات القدرة الكسرية للحصان من هذا النوع ويستخدم في الأجهزة المنزلية كالخلاطات والمثاقيب وماكينات الخياطة محركات التوالى ذات القدرة الكبيرة تستخدم في آلات الجر الكهربائي





شكل 4 - 46

والمحرك العام هو محرك توإلى وله عزم دوران ابتدائي كبير كما أنها متغيرة السرعة وهي تدور بسرعة تبلغ في ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محملة لذلك فهي تثبت عادة مع الجهاز الذي تقوم بإدارته وتستعمل أنواع عديدة من المحركات العامة في هذه الأيام ولكن النوع الأكثر شيوعا هو محرك توإلى صغيرا ذو قطبين بارزين مثل محرك التيار المستمر وتصنع هذه المحركات عادة بأحجام متفأوتة من 200/1 إلى 3/1 حصان ولكن يمكن الحصول علىها بأحجام أكبر من ذلك بكثير للاستعمالات الخاصة ويوجد نوع آخر من المحركات العامة يحتوي على ملفات مجال موزعة في مجار تماما مثل المحرك ذي الوجه المشطور

التركيب :

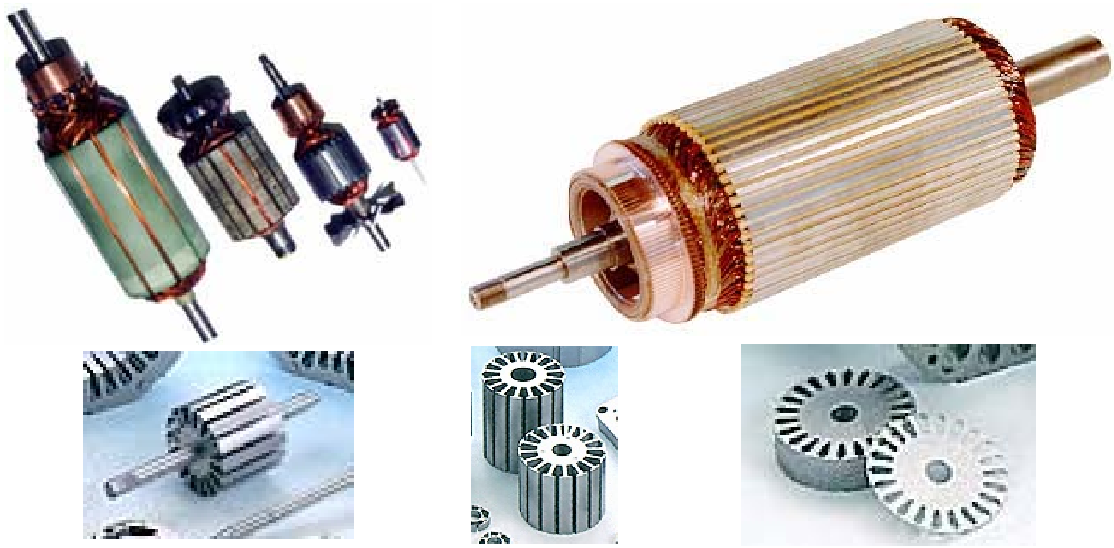
1 – الإطار : عبارة عن غلاف من الصلب أو الألمونيوم أو الحديد الزهر وهو يحمل رقائق قلب المجال وتثبت أقطاب المجال في الإطار عموما بواسطة مسامير بصواميل تنفذ فيه وغالبا ما يكون الإطار جزءا مكملا للآلة التي يحملها

2 – قلب المجال : يتكون من رقائق تضغط مع بعضها جيدا ثم تربط بواسطة مسامير برشام أو مسامير بصواميل وتصمم الرقائق بحيث تحتوي على قطبي المجال لمحرك ذي قطبين وتصنع من شرائح الصلب السيليكوني المعزولة عن بعضها بمادة الورنيش وتكون على هيئة دوائر مفرغة من الداخل وتصمم بحيث تحتوي على الأقطاب المغناطيسية



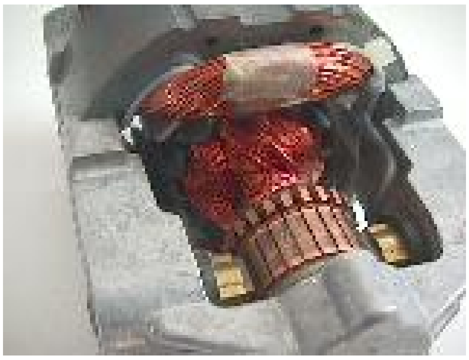
شكل 4 - 47

3 – المنتج : يشبه منتج محرك تيار مستمر صغير وهو يتكون أساسا من قلب من الرقائق يحتوي على مجاري معتدلة أو مائلة وموحد توصل إليه أطراف ملفات المنتج وكلا من القلب والموحد مثبتان على محور الدوران



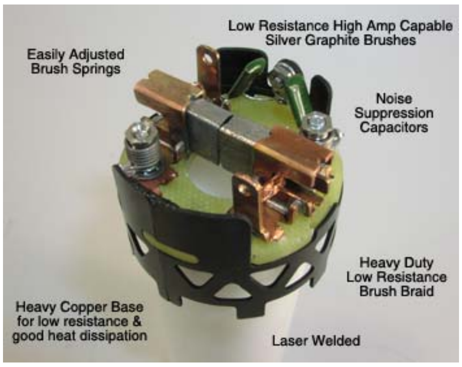
شكل 4 - 48

4 - عضو التوحيد : هو عبارة عن أسطوانة مكونة من قطاعات نحاسية معزولة عن بعضها وعن محور الدوران وتتصل بها اطراف ملفات المنتج والتغلب على الشرارة الكبيرة على عضو التوحيد تركب ملفات التعويض وملفات الأقطاب المساعدة على العضو الثابت وتوصل بالتوإلى مع ملفات عضو الاستنتاج



شكل 4 - 49

5 - الفرش الكربونية: تصنع من الكربون وفائدتها توصيل التيار من الشبكة إلى عضو الاستنتاج وتثبت حوامل الفرش بالمسامير عادة في الغطاء الجانبي الأمامي

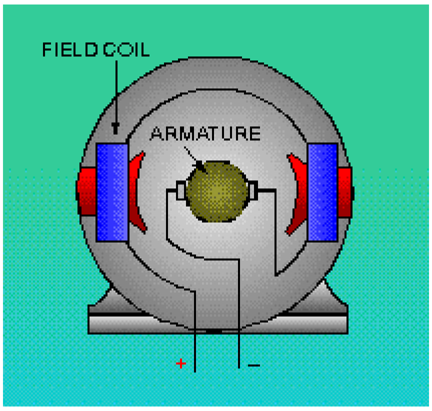


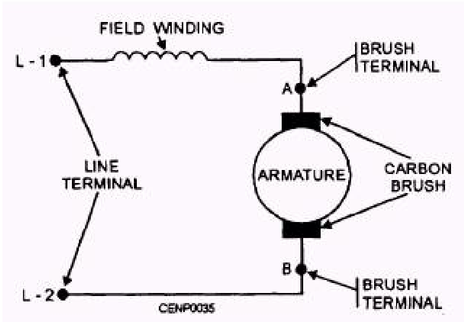
شكل 4 - 50

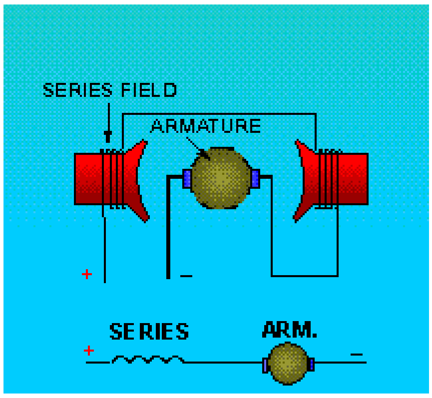
6 – الغطاءان الجانبيان : يوجدان على جانبي الإطار ويحفظان في مكانيهما بوساطة مسامير قلأووظ ويحتوي الغطاءان على الكرسيين وهما عادة بلي أو ذوي جلبة ويدور فيهما عمود المنتج
ويحتوي كثير من المحركات العامة على غطاء جانبي يصب كجزء من الإطار وبذلك يمكن رفع غطاء جانبي واحد في هذا النوع من المحركات

طريقة التشغيل :

عند توصيل المحرك بالتيار الكهربائي(مستمر أو متغير)يمر التيار في كل من ملفات المنتج والأقطاب فينشأ مجإلىن مغناطيسيين (مجال المنتج ومجال الأقطاب) يتفاعل المجالان ويحدثان عزم الدوران الذي يسبب حركة العضو الدائر (المنتج)







شكل 4 - 51

استخدامات المحرك العام :

1- محركات التوإلى ذات القدرة الصغيرة :تستخدم في الماكينات المنزلية مثل الخلاطات – المطاحن – ماكينات الخياطة

2 - محركات التوإلى ذات القدرة الكبيرة تستخدم في آلات الجر الكهربائي

عكس الحركة :

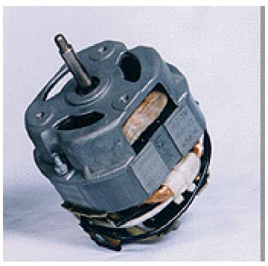
في المحرك العام ذي الأقطاب البارزة يعكس اتجاه الدوران بعكس اتجاه مرور التيار إما في ملفات المجال أو في ملفات المنتج والطريقة المتبعة عادة تكون بتبديل توصيل الأطراف على حوامل الفرش

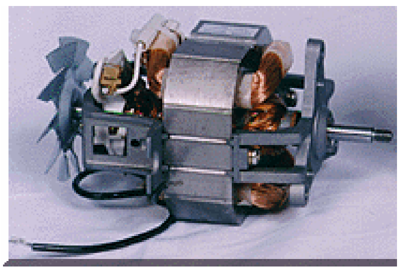
خواص المحرك العام :

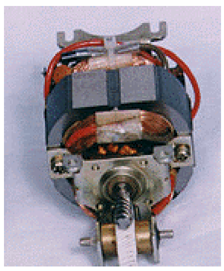
1 – يندفع بسرعة كبيرة جدا عند تشغيله بدون حمل مما يعرض ملفاته التلف

2 – تنخفض سرعته بزيادة الحمل وبالعكس

3 – معامل يساوي الوحدة تقريبا







شكل 4 - 52

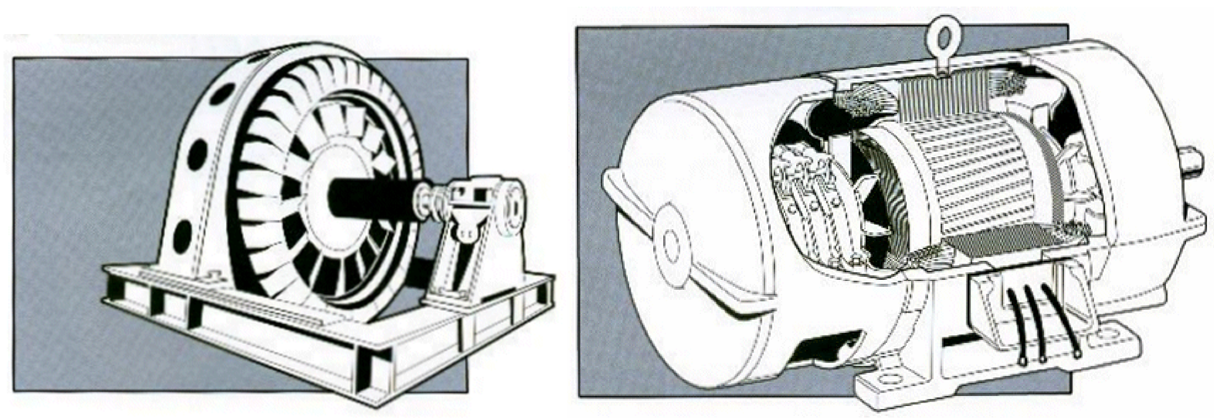
رابعا : المحرك التوافقي Synchronous Motors

المحرك التوافقي هو آلة كهربائية تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية بسرعة ثابتة هي سرعة التوافق ومن ذلك جاءت تسميته بالمحرك التوافقي أو التزامني أي المتزامن في سرعته مع سرعة المجال المغناطيسي

تدور المحركات التأثيرية بانزلاق معين بينما يدور المحرك المتزامن بسرعة تحدد بالتردد وعدد الأقطاب أي سرعة التزامن وبالتإلى فإن خصائصه تختلف عن خصائص المحرك التأثيري

للمحرك المتزامن سرعة دورانية متزامنة مع المجال المغناطيسي الدوار عند ظروف التشغيل في حالة الاستقرار وتعرف السرعة الدورانية بسرعة التزامن





شكل 4 - 53

التركيب : مثل تركيب مولد التيار المتغير

العضو الثابت : ويتكون من :

1- **الهيكل الخارجي :** الهيكل الخارجي يصنع من حديد الزهر أو الصلب غير المغناطيسي وفائدته تجميع أجزاء المحرك – حماية الملفات والأجزاء الداخلية – حمل كراسي المحور وعمود الدوران

2- **رقائق العضو الثابت :** وتصنع من رقائق الصلب السيليكوني المعزولة عن بعضها وتجمع على هيئة أسطوانة مفرغة من الداخل حيث يشق في محيطها الداخلي مجار لوضع الموصلات بعد عزلها

3- **الموصلات :** تصنع من أسلاك النحاس الأحمر المعزولة بالورنيش وتختلف مساحة مقطعها باختلاف قدرة المحرك




شكل 4 - 54

العضو الدائر : وينقسم إلى نوعين

العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة :

يتركب من أسطوانة من رقائق الصلب السيليكوني المعزولة عن بعضها مركبة على محور الدوران حيث يعمل على بعض من محيطها الخارجي مجار لوضع الملفات بعد عزلها

وتمثل المسافات التي تركت بدون مجاري الأقطاب المغناطيسية وتعمل فتحات تهوية موازية وأسفل من المجاري ويتم توصيل التيار المستمر إلى العضو الدائر عن طريق حلقتي انزلاق وفرش كربونية ويختلف عدد أقطاب العضو الدائر باختلاف سرعة المحرك وتردده

2- العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة :

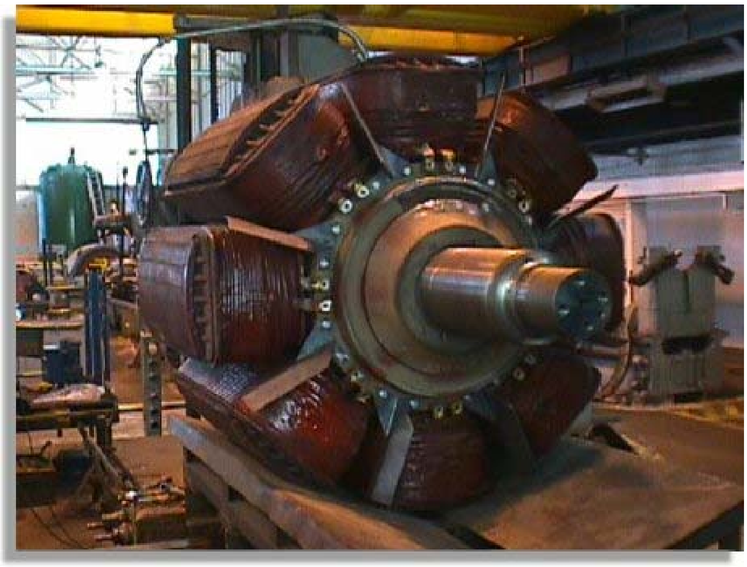
هو عبارة عن أقطاب تركب على اسطوانة من الحديد مثبتة على عامود الدوران وكل قطب يتركب من :

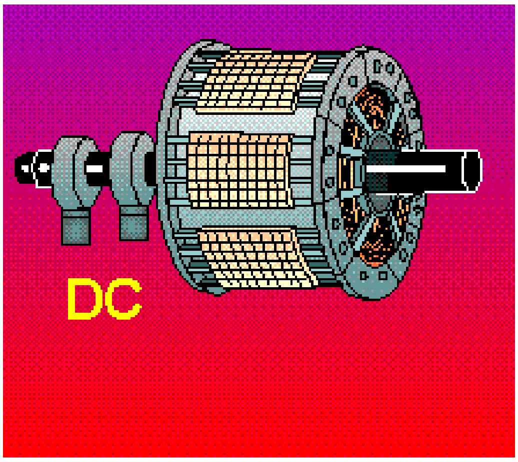
1- رقائق القطب وتصنع من صفائح الصلب السيليكوني المعزولة بالورنيش

2- ملفات القطب وتصنع من سلك نحاس معزول بالورنيش وتتصل مع بعضها بالتعاقب بحيث تعطي قطبا شماليا ثم جنوبيا ثم شماليا وهكذا وتوصل بحلقتي انزلاق مثبتتين على محور الدوران

ملفات الاخماد توضع باحذية القطب وهي عبارة عن موصلات نحاسية موضوعة بمجاري ومقصورة على نفسها وفائدتها اخماد الاهتزازات التي تؤثر على سرعة الدوران (التوافق) أي تلافي تأثير رد فعل عضو الاستنتاج



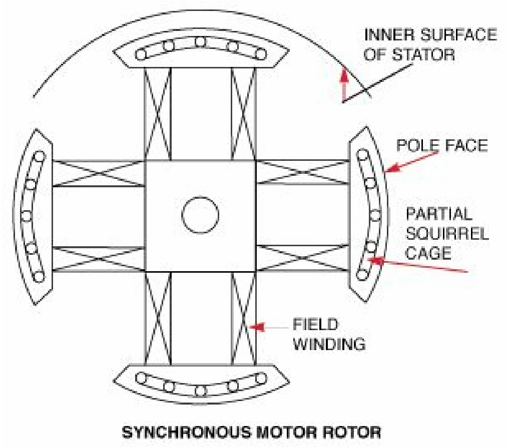


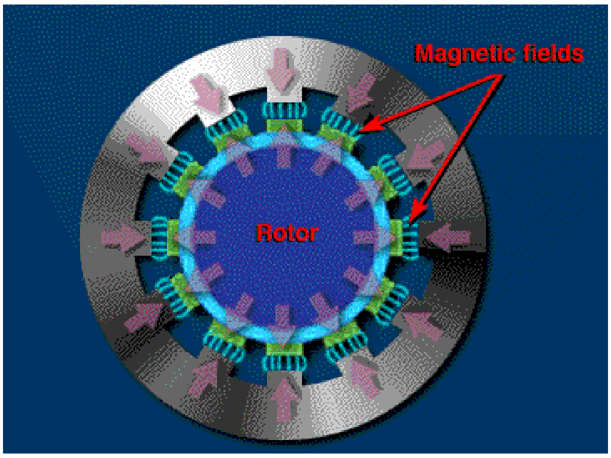




شكل 4 - 55

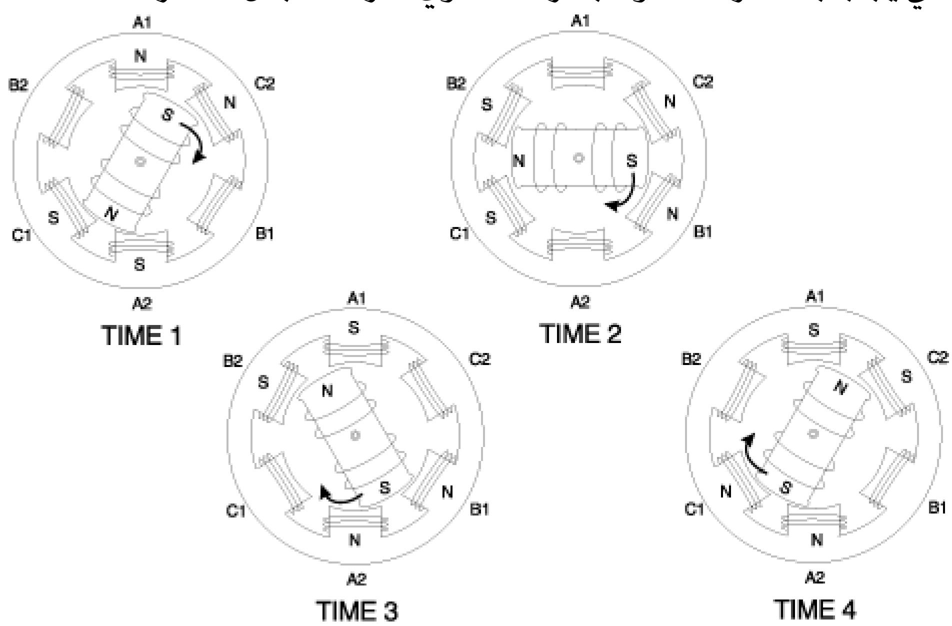
نظرية العمل :





شكل 4 - 56

حيث إن المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار المتغير يتبع موجة جيبية فإذا وضعنا تحت هذا المجال قطبي مغناطيس ثابت (ش ج) فإنه ينشأ عزم دوران عندما يكون القطب الشمإلى تحت نصف الموجة الموجب في اتجاه عقارب الساعة مثلا وينشأ عزم دوران في الاتجاه المضاد عندما يكون القطب الشمإلى تحت نصف الموجة السالب ومن ذلك نستنتج أن عزم الدوران المحصل مسأويا لصفر وكي يستمر عزم الدوران في اتجاه واحد يجب أن يظل القطب الشمإلى تحت نصف الموجة الموجب باستمرار وهذا لا يتأتى إلا إذا تحرك القطب الشمإلى بنفس سرعة المجال المغناطيسي ومن ذلك نستنتج أنه لكي تحدث الحركة في المحرك التوافقي يجب بدء حركته أولا بسرعة تسأوي سرعة المجال الدائر



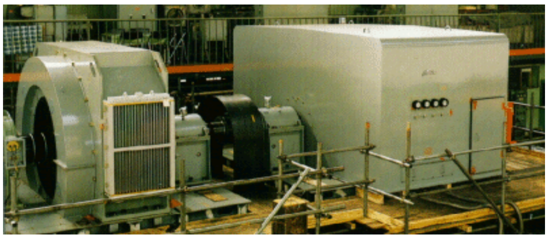
شكل 4 - 57

خطوات بدء تشغيل المحرك التوافقي :

1- يدار المحرك إلى سرعة التوافق بأي طريقة ولتكن محركا استنتاجيا
2- تغذى أقطاب المحرك التوافقي بالتيار المستمر
3- عند توافق الآلة لحظيا مع المنبع يغذى العضو الثابت بالتيار المتغير
4- يفصل المحرك المساعد بواسطة المفتاح الخاص به ثم يحمل المحرك التوافقي

استخدامات المحرك التوافقي :

1- يستخدم في إدارة الآلات التي تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل مرأوح التهوية الضخمة وفي التكييف المركزي والضواغط والمضخات ومولدات التيار المستمر
2- يستخدم في المصانع التي تكثر بها محركات استنتاجية كمحسن لمعامل القدرة مما يحسن من جودة الشبكة وتقليل الفقد في الطاقة الكهربائية



شكل 4 - 58

استعمال المحرك التوافقي كمحسن لمعامل القدرة :

بزيادة تغذية أقطاب المحرك التوافقي فإنه ينشأ عن هذا المجال تولد ق د ك مضادة في ملفات العضو الثابت يتولد عنها تيار مغناطيسي مضاد للتيار المغناطيسي في الشبكة ويسبب ذلك تحسين معامل القدرة للشبكة ونلاحظ أن المحرك التوافقي يقوم بعمل المكثف في دائرة التيار المتغير التي تحتوي على ممانعة استنتاجية ولذلك يسمى هذا المحرك بالمكثف المتزامن



شكل 4 - 59

أسئلة نهاية الوحدة الرابعة

1- اذكر أنواع محطات توليد الطاقة الكهربائية
2- ماهو الفرق بين التيار المتغير و التيار المتردد؟
3- ماهي أنواع مولدات التيار المتغير؟
4- اشرح نظرية عمل المولد مع الرسم
5- عرف ما يأتي:(الموجة الجيبية- زمن الدورة- التردد- زأوية الطور)
6- كيف يمكن توليد التيار المتردد ثلاثي الأوجه؟
7- ماهي طرق توصيل النظام ثلاثي الأوجه؟
8- اذكر مكونات مولد التيار المتغير ثلاثي الأوجه
9- قارن بين العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة والعضو الدائر ذي الأقطاب الغاطسة في المولد
10- ما فائدة ملفات الإخماد؟
11- ماهي العوامل التي تتوقف عليها (ق.د.ك)؟
12- ما تأثير المفاقيد في المولدات التوافقية؟
13- اذكر أنواع المحركات الكهربائية
14- ما فائدة: (ملفات البدء- مفتاح الطرد المركزي- المكثف) في المحرك ذي المكثف؟
15- قارن بين العضو الدائر قفص سنجاب و العضو الدائر الملفوف
16- لماذا سمي المحرك التوافقي بهذا الاسم؟
17- اذكر خطوات بدء تشغيل المحرك التوافقي وفيم يستخدم؟
18- كيف يمكن استخدام المحرك التوافقي لتحسين معامل القدرة؟

ملحوظات

المراجع العلمية

المراجع العربية :

1) المولدات المتزامنة - - - - - - - - - - - - م / أحمد عبد المتعال
2) صيانة الأجهزة المنزلية - - - - - - - - - - - م/ أنصاف الشنواني
3) التكنولوجيا الكهربائية - - - - - - - لطلبة الصف الثالث الثانوي بجمهورية مصر العربية
4) أساسيات الكهرباء - - - - - - - - المؤسسة العامة للتعليم الفني
5) الهندسة الكهربائية - - - - - - - المؤسسة العامة للتعليم الفني
6) المحولات الكهربائية - - - - - - - - - د / عبد العظيم سراج
7) مولدات ومحركات التيار المتردد - - - - - - - - م / صبري بولس
8) تكنولوجيا الكهرباء - - - - - - - - - المعاهد الثانوية الصناعية

المراجع الأجنبية :

1) Electric Machinery Fundamentals
By : Stephen J. Chapman
McGraw - Hill

2) Appliance Repairs Made Easy
By : The editor of consumer guide
Louis Weber , President
Library of Congress Catalog Card No : 80-81973

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة

الفهرس

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS